CANADA

Report of the
National Advisory Board
on Science and Technology

SCIENCE AND TECHNOLOGY, INNOVATION AND NATIONAL PROSPERITY: THE NEED FOR CANADA TO CHANGE COURSE

Presented to the
Prime Minister of Canada
April 1991

92-03928/

CANADA

National Advisory Board on Science and Technology

Conseil consultatif national des sciences et de la technologie

April 2, 1991

The Right Honourable Brian Mulroney
Prime Minister of Canada
House of Commons
Room 309-S
Ottawa, Ontario
K1A 0A6

Dear Prime Minister:

I have the honour of transmitting on behalf of NABST the Report of the Committee on National Science and Technology Priorities entitled *Science and Technology, Innovation and National Prosperity: The Need for Canada to Change Course.*

This Report is a diagnostic analysis of the relationship among science and technology, innovation and competitiveness in Canada. It distills the background considerations that have motivated much of the work of the Advisory Board since its inception. The Report therefore provides a context for the more specific recommendations of NABST that are relevant to the broad issue of international competitiveness.

The objective of the Report has been to describe and document the widening gap between the technological fitness of Canadian industry and that of our competitors. The extent and seriousness of this gap must become widely understood so that governments, and Canadians generally, will act with commitment and urgency to change course. To that end, we believe that the Report, either in its entirety or in suitably edited form, should be widely disseminated.

...2

240 Sparks Street
8th Floor West

240, rue Sparks
8e étage ouest

Ottawa, Canada K1A 0H5

Although it was beyond the scope of the Report to offer specific policy recommendations, one overriding conclusion is inescapable. Canadians will not succeed in meeting international competition, and will therefore face a declining relative standard of living, unless we become much more adept in applying science-based technology to create a continuous flow of innovation and productivity growth. There is no more serious challenge facing Canada today. If our economy continues to lose its vitality, all of the fiscal, social and political strains in the federation will become unmanageable. We therefore urge the Government of Canada to accord the highest priority to the matters raised in this Report.

Sincerely,

Peter J. Nicholson
Chairman
Committee on National Science
and Technology Priorities

The views expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily correspond to the views or policies of the Government of Canada.

Members of the Committee on National Science and Technology Priorities

Peter J. Nicholson (Chairman)
Senior Vice-President and
Executive Assistant to
the Chairman
The Bank of Nova Scotia
Toronto

Patricia Baird
Chairperson
Royal Commission on
Reproductive Technologies
Vancouver

Gordon Baskerville
Dean
Faculty of Forestry
University of New Brunswick
Fredericton

François Duchesneau
Professor and Director
Department of Philosophy
Université de Montréal
Montreal

Robert O. Fournier
Associate Vice-President (Research)
Dalhousie University
Halifax

William G. Hutchison
Partner
Ernst and Young
Toronto

Léonard LeBlanc
Professor, Departments of Mathematics,
Physics and Computer Science
University of Moncton
Moncton

John MacDonald
Chairman
MacDonald Dettwiler and
Associates Ltd
Richmond

Arthur W. May
President and Vice-Chancellor
Memorial University of Newfoundland
St. John's

J. Fraser Mustard
President
Canadian Institute for
Advanced Research
Toronto

Pierre O. Perron
President
National Research Council
Ottawa

Robert Richardson
Montreal

Advisor:

Lyse Morisset
Senior Advisor
National Advisory Board on
Science and Technology
Ottawa

Consultants:

Mark Murphy
Mark G. Murphy and
Company Limited
Kanata

Roger Miller
Dennis Senik
SECOR Inc.
Montreal

TABLE OF CONTENTS

Executive Summary i

Introduction 1

The Contemporary Policy Debate 3

Outline of the Report 4

Canadian Competitiveness: A Diagnosis 5

Some Perspectives on External Trade 5

A Perspective on Productivity 9

Sources of Competitiveness 12

A Perspective on Research and Development 14

Why is Canadian R&D so Low? 18

A Perspective on Human Resources 24

Conclusion 25

Competitiveness: An Industry Perspective 27

Pulp and Paper 27

Chemicals 29

Automotive Parts 30

Aerospace 31

Lasers 33

Computer Services and Software 34

Conclusion 35

Summation 37

EXECUTIVE SUMMARY

This Report defines science and technology (S&T) as the set of skills and activities that are linked, through innovation, to increased productivity and which thus underpin economic development in advanced industrialized societies. This report documents the rapidly widening gap between the technological fitness of Canadian industry and that of its industrial country competitors. The extent and seriousness of this gap must become widely understood so that governments, and Canadians generally, will act with commitment and urgency to change course.

- Improvement in the material standard of living in any society is linked ultimately to growth in productivity. Rising productivity in modern industrial economies is increasingly dependent on continuous innovation. Today, innovation and improved technique depend primarily on the systematic application of science-based technology in all facets of the economy. The fundamental importance of this sequential process is the central theme of this report.

- Canada continues to rely heavily on resource exports to provide the surplus with which to purchase technologically sophisticated goods and to pay interest on accumulated external debt. In 1989, Canada generated a trade surplus of $30 billion on forest and mining products alone, but registered a deficit of approximately $22 billion on all other components of merchandise trade. This in itself is of no great concern so long as productivity growth in Canada's resource industries roughly matches that of our trading partners, and average resource prices at least keep pace with the prices of desired imports.

- But what is alarming is the long-term trend in world prices of Canada's resource commodities. Although there have been pronounced cyclical swings, the average prices of Canadian resource-based exports, corrected for inflation, have been declining for at least the past 15 years.

- Canada should not, and indeed cannot, forsake its international comparative advantage in resource products. Faced, however, with long-term declining real prices for most of these commodities, there must be a relentless drive by Canadian firms to improve efficiency in the resource sector and, particularly, to add much greater value to raw materials. This will require a concerted effort by the private sector to apply science-based technology more intensively to increase the pace of innovation in process and product development.

- The Canadian manufacturing sector is showing symptoms of weakness, the causes of which go beyond the present high value of the dollar and adjustment to free trade. For example, the growing deficit in auto parts is indicative of an underlying comparative "disadvantage" in many technology-intensive sectors. This threatens to become more significant as vehicle assemblers demand increased technical sophistication and innovation from their principal suppliers, and as the more labour-intensive segments of industry relocate to low-wage countries.

- The average manufacturing wage rate in Canada, in U.S. dollars, is more than 10% higher than its American counterpart. While Canada's strong dollar is primarily responsible for the latest surge, it must also be recognized that Canadian manufacturing wages (measured in Canadian dollars) have been growing more rapidly than U.S. wages during the past decade. At the same time, Canada's average rate of labour productivity growth has been the *lowest* among the seven principal industrialized countries during the period 1979-89. The gap between Canadian and American manufacturing productivity has thus been widening. This is the most fundamental challenge. This, when combined with the factors just noted, means that the cost-competitiveness of Canadian manufacturers is at an all-time low.

- Canadians may have been lulled into a sense of complacency by recent international assessments that ranked us among the world's most competitive countries, e.g. fifth in 1990, down from fourth in 1989. This indicates that Canada still has a great deal going for it, particularly as regards natural and human resources. But our position has been slipping. In the 1990 assessment by The World Economic Forum (an organization based in Switzerland), Canada ranked 15th among 23 industrialized countries in "outward orientation" (largely reflecting the narrow, U.S. focus of our trade). We placed only 16th in "future orientation" because of the relative lack of technologically advanced, high-growth industries and firms in this country. The message from these figures is that Canada's ranking is low, *and declining*, in precisely those factors of competitiveness that are most important for the future success of high-wage economies in an era of increasing global competition.

- Canadian business and labour leaders appear to be united in the belief that the two most important factors in improving Canadian competitiveness are better training and education and increased research and development (R&D). Where do we stand?

- Expenditures on workplace training in Canada are among the lowest in the industrialized world. The average Canadian worker receives about seven hours of training per year as compared with 200 hours in Japan and 170 in Sweden. Although Canadian governments spend $45 billion annually on public education — among the highest levels in the world relative to GNP — the outcomes are disconcerting. Thirty percent of students drop out before completing high school. University enrolments in physical sciences, math and engineering are declining, as are enrolments in applied technology courses. Meanwhile, industry is facing a widespread shortage of employees with adequate technical skills.

- The basic measure of a nation's R&D effort is the ratio of Gross Expenditure on Research and Development to gross domestic product — the "GERD" ratio. Recent international data indicate that Canada's GERD ratio ranks 17th among the 23 industrialized countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). For example, our relative expenditure falls well behind Norway, a small country with a similarly heavy orientation toward resource industries.

- Of even greater concern than Canada's meagre expenditure on R&D is that our GERD ratio has been *declining*: from 1.4% of GDP in 1986 to 1.3% in 1989. Admittedly, domestic R&D spending is not an infallible indicator of technological fitness. Indeed, Canadian industry benefits enormously from foreign R&D embodied in imported technology. But it is nevertheless alarming that R&D spending in this country is declining, while in most industrial countries it is increasing.

- Canadian industry is partly responsible for this decline. It conducts only 55% of the Country's R&D, a very low figure by industrialized country standards. (And this is superimposed on an already low overall level of R&D spending.) Moreover, the trend has been moving in the wrong direction. In 1986, R&D performed by Canadian industry amounted to 0.78% of GDP; by 1989 the proportion had declined to 0.73%. This is less than half the ratio achieved in most developed countries.

- Canada's weak performance in R&D appears to be due, in about equal measure, to: an industrial structure that is heavily weighted toward industries that perform little R&D, regardless of where in the world they are located (e.g.,resource extractors and processors); and the fact that firms in Canada, with some notable exceptions, conduct less R&D than firms in similar industries in other highly developed countries.

- Among Canadian goods-producing industries, roughly half of private sector R&D expenditure is made by companies that account for less than 5% of sales. These technology-intensive firms have been significantly boosting R&D spending as a proportion of sales, whereas the majority of Canadian goods producers have not. Most significantly, Canada's industrial structure has changed little during the past 20 years, in the sense that the proportion of value added in technology-intensive manufacturing industries has increased only slightly (according to one source, from 30% in 1969 to 32% in 1985). The shift in Japan was from 40% to 60% and in the U.S. it was from 44% to 47% during the same period.

- Canada's low level of R&D spending cannot be explained by industrial structure alone. Equally important is the fact that *within* many industrial sectors, firms in Canada typically spend far less on R&D than their competitors in other countries. (Canadian-owned firms tend to come closer to international averages than those that are foreign-owned, unless the latter have world product mandates.) For example, R&D spending in the Canadian automotive industry, measured as a percentage of sales, is only one-tenth that of the world auto industry. Several other Canadian sectors exhibit similar gaps, while in a few industries — such as aerospace — R&D spending is at least equal to industrial country averages. There is considerable evidence that the low propensity to conduct R&D in Canada is related to the branch-plant status of many of its manufacturers. Other influences, such as a comparatively high cost of capital and a shortage of technically skilled workers, are also likely to be important factors. These matters deserve continued study.

- Although Canada must rely primarily on R&D performed elsewhere and acquired directly or indirectly by firms, it must nevertheless increase its domestic R&D activity for two reasons: 1) to provide high-quality jobs that will inspire more young Canadians to pursue technical careers; 2) because, without a base of indigenous R&D activity, many firms will lack the skills and corporate culture necessary to incorporate state-of-the-art technology and methods, and to embrace continuous innovation.

- This report includes reviews of six industrial sectors — pulp and paper, chemicals, auto parts, aerospace, lasers, computer services and software — to illustrate the diversity of competitive circumstances facing Canadian industry. One common problem is a chronic shortage of technically skilled employees, a situation that threatens to worsen as fewer young Canadians pursue technical education, and as global competition for scientific, engineering and related skills intensifies. There is the prospect of a "brain drain" to the United States as that country seeks to increase its supply of highly qualified personnel through attractive offers to Canada's best and brightest.

- Canadian goods-producing industries may be classified, for purposes of assessing future needs and outlook, into four broad categories.

  (i) There is a group of mature, world-competitive industries — e.g. pulp and paper, mining, auto parts — that risk being caught in a low-value trap. Firms in these sectors are being challenged to rapidly acquire the ability to add much greater value to basic resources or, in the case of auto parts makers, to contribute original engineering and design innovation.

  (ii) A second group includes those firms that have remained truncated as a consequence of foreign ownership and branch-plant status — e.g. many in the chemical, electrical equipment, and consumer goods sectors. They must now export to survive and are therefore challenged to develop globally competitive niches and to adjust rapidly to a free trade environment.

  (iii) A third category — including many large firms in the aerospace, telecommunications and nuclear industries — consists of internationally competitive, technology-based companies in sectors that depend to an important degree on government procurement or on other very large customers. Many firms in this category will not survive in Canada without supportive government policies such as competitive export credit terms and a very favourable R&D and regulatory environment.

  (iv) Finally, there is the high-tech sector, consisting of small firms at the cutting edge of innovation and technology (lasers; computer software; biotechnology). These firms require a steady supply of highly trained people as well as sufficient financial backing, management and marketing skills to make the difficult transition from start-up to mature, internationally competitive exporter. There is a natural complementarity — far too little exploited in Canada — between the skills and needs of these firms and those of large, established companies. The latter possess financial resources and management skills, whereas the former bring technological vitality. Established Canadian firms have not, by and large, linked up with smaller, technology-based firms to foster their development and, in the process, transform this nation's industrial structure into the high-growth industries of the next century.

- This report provides a diagnosis, still incomplete, but clear enough to demonstrate the need for a decisive change of course to reverse the erosion of the base of Canada's economic prosperity. The challenge must be met primarily by Canadians as individuals, and particularly by firms in sectors exposed to global competition. The essential role for government is to establish the most favourable conditions to encourage innovation and productivity. But first, government must provide leadership and a sense of direction.

- It is not easy to identify a set of practical and effective policy measures to address the pervasive problem described in this report. The situation prevailing in Canadian industry was long in gestation and has roots deep in our national psyche. There are no quick or easy answers. Nevertheless, there are at least three directions that Canadians can take with considerable confidence.

  1. Policies that harness S&T to promote innovation and increase productivity must move forward on several fronts simultaneously. The most important of these are:

     - **framework policies** that encourage the application of S&T, including regulatory policies that are conducive to innovation; policies that promote national savings (and thus reduce the cost of capital); policies that promote competition; and policies that facilitate adjustment;

     - **human resources policies** addressing the full spectrum of training and education, with emphasis on inspiring more young people to pursue technical careers; providing much greater management and employee training; and developing in individuals the flexibility to adapt to continuous technological change;

     - policies that promote **the development, acquisition and diffusion** of technology and state-of-the-art industrial practices.

  2. Canada's circumstances suggest that the most urgent S&T challenges for the private sector, with the cooperation of government, are to: a) employ science-based innovation and technology more effectively to increase the value-added in Canada's resource industries, and in the mature manufacturing sector; b) make Canada a more attractive location for the performance of R&D by Canadian and foreign-owned companies; and c) create a climate that encourages the birth, growth and maturation of technologically sophisticated firms in high-potential sectors.

  3. To ensure that policies in the foregoing areas are most effective, governments must engage in continuous consultation with the private sector to develop a shared understanding of the best ways in which science-based technology can be applied in particular sectors and sub-sectors to foster innovation and increased productivity.

- The need for a fundamental change of course in Canada is clear. Canadians must become much more adept at applying science and technology so as to create a continuous flow of innovation and productivity growth. Finding the best path forward will probably require countless incremental steps — a process of trial, error and evaluation. But a determination to change course must be affirmed now. **It is therefore essential that the government accord the highest priority to the matters raised in this report.**

SCIENCE AND TECHNOLOGY, INNOVATION AND NATIONAL PROSPERITY

The Need for Canada to Change Course

This report aims to establish the importance of the links among science and technology, innovation, and national prosperity.[1] Promoting this linkage is the key to increasing productivity in highly developed societies. It lies at the heart of international competitiveness and enables the continuous creation of high-quality jobs. The evidence presented in this report establishes the urgent need to improve dramatically the ability of Canadians to apply science and technology (S&T) to increase the well-being of all citizens. Canada needs a fundamental change of course.

Introduction

In an address delivered August 25, 1989, Prime Minister Brian Mulroney gave eloquent statement to the theme of this report:

> The goal is an economy that can compete with the best in the world, producing stimulating new jobs and new opportunities for future generations of Canadians.... Science and technology are the keys to a modern competitive economy. It is clear that our traditional manufacturing and resource-based industries will no longer assure us a strong position in the global economy if we don't complement them with modern technology.

The orientation of this report emphasizes the role of science and technology in achieving economic objectives through linkages with innovation, productivity and international competitiveness. Of course, technology, and particularly science, have other vital roles in society. Science is of great cultural value in its own right as well as in its more vocational aspects. Science and technology are also of increasing practical importance in improving quality of life through advances in medicine, nutrition, communications, environmental protection — in short, in virtually every aspect of human affairs. Finally, science and technology play a central role in enabling government to fulfill its mandate in many areas, from management of fish stocks to protecting people's health.

None of these roles can be neglected. But the priority for Canada today is to apply science and technology more effectively in order to boost the productivity of our economy. This, ultimately, is the only way to protect and enhance the material quality of life of Canadians.

It must be understood that science and technology are not ends in themselves. In the context of this report, they are essential underpinnings of the process of national development. And while the issues tend to be described in terms that suggest a "business" agenda — terms like competitiveness, labour productivity and economic efficiency — the real objective is to improve the welfare of all citizens.

---

1 This report was drafted by a committee of the National Advisory Board on Science and Technology (NABST) originally charged with recommending national science and technology priorities. From the Committee's work, the need became clear for a statement of the evidence that justifies urgent priority for science and technology policy. This document is the result, and it thus sets the context for the ongoing advice of NABST.

Obviously, achieving this objective relies to a great extent on continued economic success, which provides both satisfying employment and sufficient real income to purchase, often from abroad, goods and services of a quality and quantity that most Canadians demand.

Some people, nevertheless, feel that modern technological society is de-humanizing and that the quest for material progress — propelled by scientific technology and innovation — is leading to environmental catastrophe and spiritual impoverishment. While it is undeniable that science and technology have sometimes been used to serve the dark and acquisitive side of human nature, it is surely wrong to conclude that the solution lies in renouncing technology, even if that were feasible in modern society.

In fact, the wise and humane application of science and technology is essential if we are to protect and restore the environment; to overcome the scourge of many diseases; to enable better communications; to take the danger and drudgery out of countless occupations — in short, if we are to address an increasingly broad range of human concerns. And, fundamentally, the more effective application of science and technology to economic activity is essential if Canadians are to generate sufficient wealth to provide the social, cultural and material standards that the vast majority wants and expects.

The wise application of science and technology is therefore essential to achieving social and economic success. The contemporary importance of S&T in this regard is unprecedented. As the base of human knowledge accumulates exponentially, competition between societies to harness this knowledge will become the driving force creating a new global economy.

How well is Canada prepared to cope in a world where success is being determined by a nation's ability to mobilize its human and capital resources to apply science-based technology to every aspect of economic and social life? Consider the following findings:

- Statistics Canada projects that during the 1986-2000 period, the proportion of Canada's workforce requiring high skill levels (greater than 12 years of education and training) will rise from 45% to over 64%. Unfortunately, the proportion of Canadians acquiring high skill levels is declining.
- In 1987, a Southam survey found that 24% of Canada's adult population was functionally illiterate. Among the highschool graduates in the survey sample, 17% were found to be functionally illiterate, as were 8% of the university graduates.
- One recent survey[2] of scientific attainment in 17 countries showed Canadian high school students finishing near the bottom of the heap — eleventh in biology, eleventh in physics and twelfth in chemistry.
- Comparing Ontario with Japan (per 10,000 workers): Japan has 400 engineers to 112 in Ontario; Japan has 3 accountants to 43 in Ontario; and Japan has 1 lawyer to 39 in Ontario.[3]

---

2 International Association for the Evaluation of Educational Achievement; *Science Achievement in Seventeen Countries*, 1988.

3 Premier's Council of Ontario; *Competing in the New Global Economy*, Vol. I, 1988, p. 222.

Mixed in with these disconcerting statistics is a sprinkling of remarkable Canadian success stories that illustrate what is possible. For example, on February 3, 1990, the *Economist* magazine reported as follows:

> A new fuel additive called Carbonex seems drastically to reduce emissions of particles and of nitrogen oxides. Carbonex was invented by Dr. David Farrar at the University of Toronto and developed by Velino Ventures of Toronto. Researchers found that it reduced emissions of particles from diesel engines by 43% and when added to coal it reduced NOX (oxides of nitrogen) emissions by 25%.

This example, and countless others like it, are encouraging and inspiring. Unfortunately, Canada is not generating enough of them. Does this matter?

The Contemporary Policy Debate

Canada has attained one of the world's highest standards of living, primarily on the basis of raw material extraction and in spite of a relatively weak manufacturing sector. This achievement might justify the view that Canada will continue to succeed despite a feeble indigenous base of industrial science and technology. According to some, if technology is required for more efficient production, it will be purchased by entrepreneurs acting in their own self-interest. In this view, an active government policy to promote the absorption of science and technology in the economy is therefore *not* justified. Indeed, it would be counterproductive if bureaucrats tried to substitute their judgements for those of private business people. The fact that a number of other countries are now overtaking established economic leaders like the U.S. and Canada is not, according to this school of thought, indicative of any particular failure in North America, either of public policy or private initiative. Rather, it is due to the phenomenon of "convergence," as developing countries and the formerly war-torn economies in Japan and Germany catch up with the leaders.[4]

If this were the whole story, one would expect variables like manufacturing productivity to converge and then to evolve at roughly the same rate in all highly developed countries. But the evidence is that productivity in Japan and other technologically-committed countries, having reached North American levels, has continued to diverge. In fact, manufacturing productivity in Canada has shown no tendency to converge to the average of the G-7 countries[5] and has instead lost ground, even to the U.S.

Many observers cannot believe that international competitiveness can be achieved purely through the operation of free market forces on a nation's "natural" comparative advantages. In Harvard professor Michael Porter's words: "National prosperity is created, not inherited."[6] Canada did not build a successful economy during the past 123 years by trusting *entirely* in market forces to take their course. This country has had a great deal of experience with industrial policy — some of it very successful in its time — beginning with the

---

4 There is considerable international evidence of long-run convergence of productivity as laggards adopt the technology of leaders. But there is nothing inevitable in this trend and significant divergence can persist, and grow, for long periods — see, for example, "Increasing Returns and Long-Run Growth"; P.M. Romer; *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5, 1986, p. 1002-1037.

5 Canada, France, Germany, Japan, Italy, United Kingdom and the United States.

6 "The Competitive Advantage of Nations"; *Harvard Business Review*; March/April 1990, p.73.

tariff and transportation initiatives of John A. Macdonald; the use of Crown corporations to develop transportation and other infrastructure; the creative application of tax policy to encourage the resource sector; and the use of procurement and monopoly franchises to build powerful utilities and the telecommunications industry.

Although some of these industrial policies would be inappropriate today, it is nevertheless still the case that competitive advantage can be significantly enhanced through conscious policy. The critics of "industrial policy" usually fail to distinguish between those remedies that have outlived their usefulness — and hence deserve criticism — and those, perhaps still undiscovered, that are needed to cope with today's radically changed and dynamic world. The contemporary challenge is to create new policies to ensure that Canada reaps the full potential of science and technology to contribute to a more productive economy and society.

Outline of the report

The Committee has concluded — based on evidence set out in the following pages — that Canada is lagging unacceptably in the application of science and technology in its economy. A gap therefore exists between where we now are and where we have to be to achieve the Prime Minister's goal of creating an economy that can "compete with the best in the world." The existence, or at least the importance, of this gap is not universally acknowledged in government policy circles or in the private sector. Until it is, there is little hope of establishing the consensus needed to raise science and technology — particularly in their relation to innovation, value-added and productivity — to a central position on the national policy agenda. The next section of this report therefore presents evidence confirming Canada's S&T shortcomings and describes some of the consequences of those shortcomings. This diagnostic analysis draws on data primarily at the level of the entire economy.

A subsequent section summarizes many important S&T issues affecting a representative range of economic sectors — aerospace, lasers, computer software, auto parts, chemicals, and pulp and paper. Although the sectoral analyses tend to confirm the implications of the macro-statistics, they also begin to reveal the industry-specific circumstances and demonstrate that effective policy must be tailored to these special circumstances. But the appropriate measures and priorities can only be determined with the help of detailed and continuing consultation — of the sort now taking place between the federal government and the auto parts industry, for example.

The final section of the report summarizes the main implications of the diagnostic material, with conclusions as to broad themes for science and technology policy development.

Canadian Competitiveness: A Diagnosis

An appropriate definition of competitiveness might be the one proposed by the U.S. Presidential Commission on Industrial Competitiveness:

> Competitiveness is the degree to which a nation can, under fair market conditions, produce goods and services that meet the test of international markets while simultaneously maintaining and expanding the real incomes of its citizens.

In this sense, competitiveness is linked ultimately to improved productivity — i.e. the ability to more *efficiently* combine all the resources of our economy to produce those things desired by Canadians and by our trading partners. Productivity improvement today is increasingly dependent on continuous innovation. Finally, innovation and improved technique depend to a rapidly increasing degree on the systematic application of scientific technology throughout all facets of the economy. The fundamental importance of this linked process is the central theme of this report.

In the words of Prime Minister Brian Mulroney cited earlier: "The goal is an economy that can compete with the best in the world.... Our traditional manufacturing and resource-based industries will no longer assure us a strong position in the global economy if we don't complement them with modern technology."

The purpose of this section is to demonstrate that a large gap exists between the current performance and direction of Canada's economy and the goal articulated by the Prime Minister. The evidence consists of a number of indicators that compare Canada with other highly developed countries and that illustrate several significant long-run trends in the economy. Although each indicator has its limitations, the evidence, when viewed in its entirety, conveys an inescapable message — the present course of Canada's economy is not equipping it to compete with the best in the world.

Evidently, Canada's economic difficulties are not due solely to the inadequate application of science and technology. The complete story is a complex, interlinked set of causes and consequences that have historical, cultural and institutional origins. The special significance of science and technology is that high-wage economies have been forced to rely increasingly on the continuous creation and adaptation of innovation based on S&T as their principal source of comparative advantage. Those who have mastered this process and its techniques are gaining a widening advantage in global competition. The words "science and technology" may not be the best choice in this context because they conjure up images of people in lab coats engrossed in esoteric pursuits. New language and new images are needed to convey to Canadians the much broader conception of S&T as the set of skills and tools that are the cutting edge of continued economic development in modern societies.

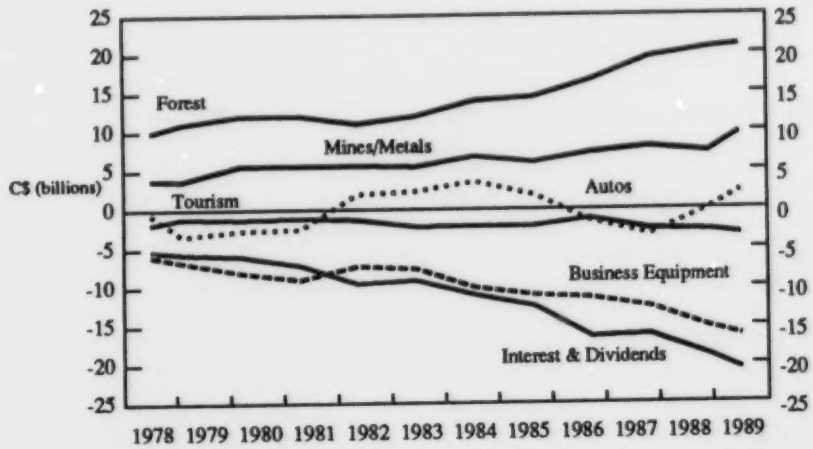
Some Perspectives on External Trade

Export competitiveness is vital for Canada not only because of the number of dependent jobs (exports account for 20-25% of GDP and for more than one-third of total private-sector output) but more particularly because it is only through a high volume of international trade that Canadians can acquire many of the things that are taken for granted in modern life — jet aircraft, consumer electronics, modern production machinery, medical equipment and the latest pharmaceuticals. And while some imports can be, and often are, replaced by domestic production, the doctrine of comparative advantage teaches that Canadians as a whole will be better off if we trade what we do best for those things that others do best.

If Canadian enterprises fail to keep pace with the productivity of our trading partners and if we fail to upgrade the value of our exports to the same extent, then the purchasing power of those exports in terms of desired imports will decline. Canadians will thus become poorer, at least relative to the citizens of the more productive societies.

A number of the key components of Canada's present trade picture are traced in Figure 1, covering the period 1978-89. This illustrates our continued heavy reliance on resource exports to generate the trade surplus needed to purchase technologically sophisticated goods and to pay interest on accumulated external debt. The surplus on forest and mining products alone — approximately $30 billion in 1989 — offset a deficit of roughly $22 billion on all other components of merchandise trade. Although manufactured goods form

Figure 1. Trade Balance — Major Components (1978-1989)
(Balance-of-payments basis)



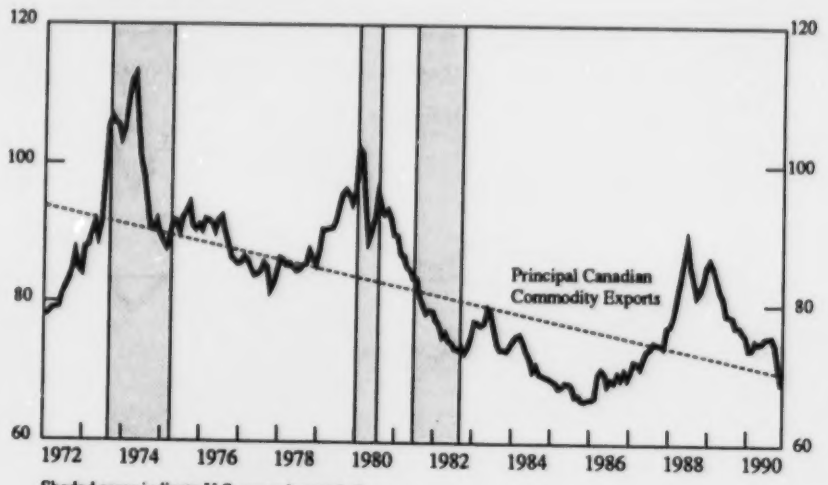
Source: Statistics Canada.

an increasing share of Canada's exports — about 55% in 1989, up from 40% in 1980 — resources still contribute by far the greatest share of the trade *surplus*. This surplus simply indicates that Canada's international comparative advantage continues to reside, as it traditionally has, in resource exploitation. This in itself is not of concern so long as productivity growth in Canada's resource industries roughly matches that of our trading partners, and as long as average resource prices at least keep pace with the prices of desired imports.

Some analysts see benefit in the growing deficit in business equipment since it represents the acquisition of advanced technology by Canadian business, the returns on which will show up in higher growth and improved export performance in the future. There is an important element of truth in this observation. But the fact remains that Canada continues to rely to an extraordinary degree on natural resources — to which we add relatively little value — to earn the foreign exchange needed to acquire technology.

Any complacency results from people assuming that resource products will continue to deliver the required increasing surpluses. Figure 2 shows that the real prices — i.e. after subtracting inflation — of Canada's export commodities have been on a gradual declining trend for at least the last 15 years. (The price index is trade-weighted, with the average price level in 1974 defined as 100.) Although the cyclical effect of recessions has produced dramatic swings, the long-term downtrend is unmistakable.

Figure 2. All-commodity Price Index
(Inflation-adjusted)
Index: 1974=100



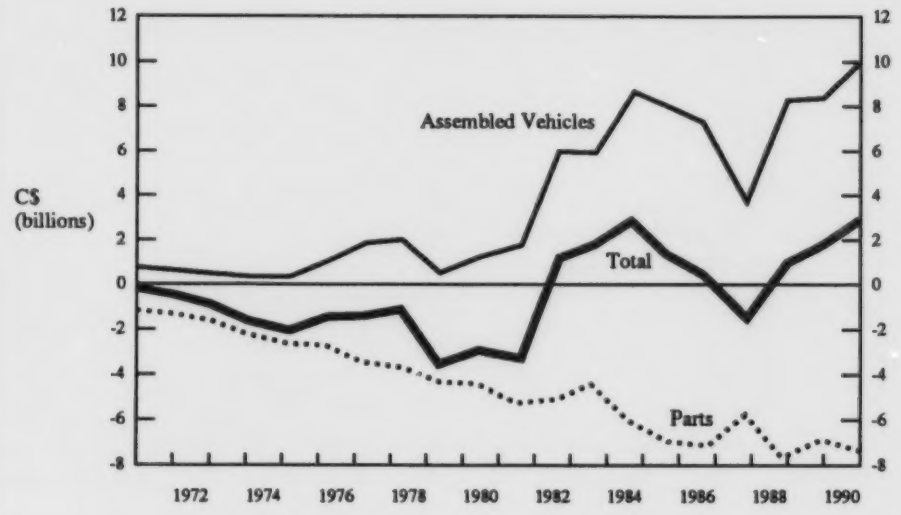
Shaded areas indicate U.S. recession periods.
Source: Scotiabank Commodity Price Index.

The price erosion is due fundamentally to the development of new sources of supply (primarily in developing countries) and to the invention of a number of substitute products and materials resulting from the application of science-based technology. Worldwide, the consumption of resource commodities has been declining steadily as a proportion of total output. As investment capital begins to return to developing countries in Asia and Latin America, and as developments in materials science continue to accumulate, the underlying decline of world prices for resource-based products is likely to continue, and may even accelerate.

Canada must nevertheless continue to rely heavily on its natural resources for the foreseeable future. Faced with long-term falling real prices for most of these resources, as well as the fact that Canada has exhausted many of its cheapest supplies, the only practical ways to adjust — other than by accepting declining living standards — are: to add greater value to resource products; to improve process efficiency in the resource sector; and to aggressively diversify the economy toward production of higher-margin goods and services. All three responses are needed and all three require a concerted effort to apply science and technology to enhance economic value.

The core of Canada's manufacturing sector — and a source of much of the manufacturing export growth during the past decade — is the automobile industry. In 1989, the export value of assembled vehicles and parts was $34.7 billion or almost 25% of total Canadian exports.[7] Figure 3 shows that the net balance of automotive trade is composed of a surplus in assembled vehicles ($8.7 billion in 1989) and a persistent and growing deficit in parts ($6.0 billion in 1989).

Figure 3. Canada-World Auto Trade Balances



1990 based on first eleven months, annual rate.
Source: Statistics Canada

The assembly of vehicles in Canada relies almost exclusively on imported technology in the form of assembly lines that have no intrinsic connection to Canada's indigenous technological base. The automotive parts sector, by contrast, consists of a very large number of small - and medium-size suppliers and represents "grass roots" technological capability. The persistent and growing deficit in auto parts is a disturbing indicator of the relative weakness of Canada's indigenous manufacturing capability. This comparative "disadvantage" threatens to become even more significant as vehicle assembly companies demand increasing technical sophistication and design innovation from their principal parts suppliers and as the more labour-intensive segments of the industry relocate to low-wage countries.

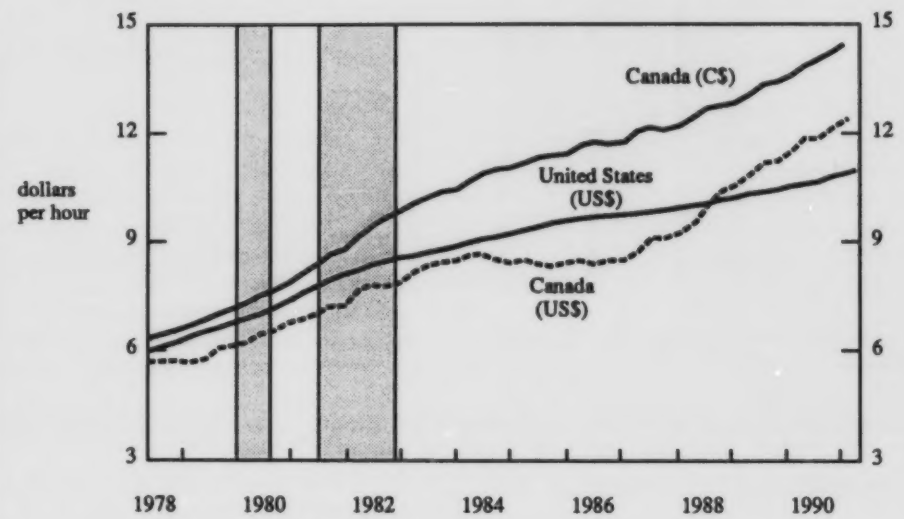
7 Trade statistics in the Report are from the Bank of Canada Review (September 1990), unless otherwise indicated.

A Perspective on Productivity

A fundamental indicator of international competitiveness, particularly in the manufacturing sector, is unit labour cost.[8] This is defined as the average wage rate (usually expressed in U.S. dollars to permit international comparison) divided by physical output per unit of time. In the steel industry, for example, it might be average factory wages in dollars per hour divided by tons of steel per hour. The following figures trace the components of Canada's unit labour cost performance over time and relative to other highly developed countries.

Figure 4 shows that the rate of increase of average manufacturing wages in Canada (the upper line) has exceeded the comparable rate in the U.S. (the middle line) since 1981.

Figure 4. Hourly Earnings — Manufacturing



Shaded area indicates recession periods.
Source: Statistics Canada and U.S. Bureau of Labour Statistics

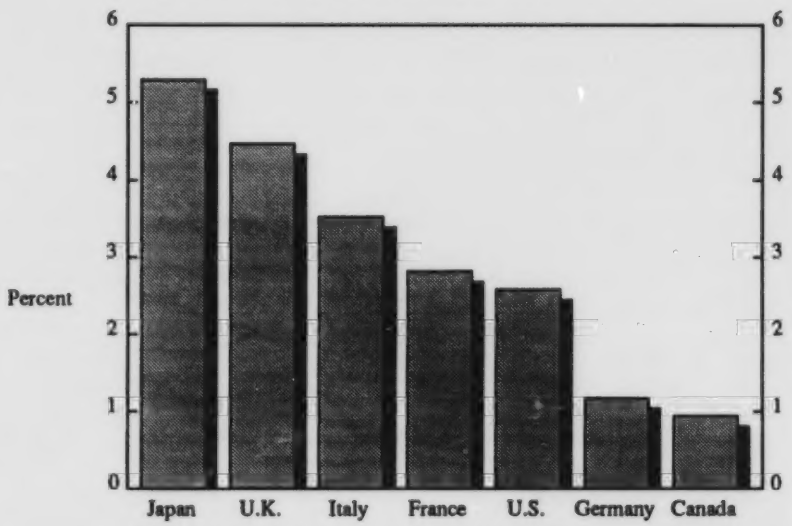
For a time, the divergence in underlying domestic wage growth was more than offset by the devaluation of the Canadian dollar, which had fallen to about U.S. 70 cents in 1986. (This was, of course, not without cost since it made most imports correspondingly more expensive.) Since 1986, the Canadian dollar has appreciated by more than 20%, thus compounding the effect of the rapid rise of (domestic currency) wage rates in this country. The average manufacturing wage rate in Canada, in U.S. dollars, is now more than 10% higher than its American counterpart. The growing labour cost disparity has been exacerbated by slow productivity growth in Canada.

---

8 The service sector today accounts for the majority of national output and for approximately 75% of employment in Canada. But productivity and cost data for many services are poorly developed or simply unavailable. Therefore, by necessity, most of the statistical material and associated analysis in the report refers to goods-producing industries. It should be emphasized, however, that an increasing number of services, such as consulting, banking, marketing and advertising, are "traded" and are thus directly exposed to international competition. In every case, command of technology and innovation are increasingly important requirements for success.

Figure 5 shows that Canadian manufacturing productivity increases during the past decade have lagged significantly behind all the other members of the G-7. Canada's absolute levels of labour productivity in most manufacturing sectors have always been below those in the U.S. The stagnant productivity growth in Canada means that this gap has been widening.[9]

Figure 5. Growth of Labour Productivity in Manufacturing (1979-1989)
(average annual rate of change in output per hour)



Source: U.S. Bureau of Labour Statistics, *News*, July 27, 1990.

Japanese productivity in many sectors has meanwhile reached U.S. levels and is pulling away. The "convergence" phenomenon, predicted by standard economic growth theory, is not apparent.

Combining the trends in Figures 4 and 5 implies that Canadian unit labour costs (in U.S. dollars) have diverged sharply from those of our principal industrial competitors. Figure 6 shows that unit costs in manufacturing grew 10.4% in 1989, far more than those of any G-7 country. Nor was 1989 an isolated year. Between 1986 and 1989, manufacturing unit labour costs increased 31.6% in Canada as compared with only 2.4% in the U.S. Approximately 60% of the deterioration in Canada's position was caused by the appreciation of the Canadian dollar. The remainder was caused by higher rates of wage growth in this country, compounded by weaker growth of labour productivity.[10]

These adverse trends in Canada's unit-cost competitiveness could not have come at a worse time, in view of the need to adjust rapidly to the opportunities and threats created by the Canada - U.S. Free Trade Agreement. Canada's failure to provide an attractive environment for manufacturing investment is undermining the fundamental objectives of the FTA, and risks accelerated deindustrialization.

---

9 Low labour productivity must not be equated with sloth and laziness. The productivity of labour depends on a great many factors, of which management and, particularly, technology tend to be the most important.

Figure 6. Percentage Increase in Manufacturing Unit Labour Costs – 1988 to 1989

	In Domestic Currency	In U.S. Dollars
Canada	6.6	10.8
United States	1.3	1.3
Japan	0.9	-6.3
Germany	0.0	-6.6
France	-0.1	-6.6
U.K.	4.8	-3.6
Italy	7.7	2.2

Source: U.S. Bureau of Labour Statistics, *News*, July 27, 1990.

The alarming erosion of Canadian manufacturing competitiveness is already resulting in significant job losses, estimated to be at least 180,000 during the past year. Manufacturers point to the steady appreciation of the Canadian dollar — a consequence of high real interest rates maintained by the Bank of Canada — as the main culprit. The monetary authorities, meanwhile, blame wage settlements that continue to outstrip productivity increases, thus propelling inflation and eroding cost competitiveness. Both are right. But the dilemma facing Canadian industry is that the high interest rate remedy for one part of the problem (inflation) has been exacerbating the other part (currency appreciation), thus furthering the decline of competitiveness.

There can be no doubt that wage growth and government deficits must be severely restrained. This would permit a more relaxed monetary policy, thus allowing the external value of the Canadian dollar to decline toward its "natural" level, as determined by purchasing power parity relative to other major currencies.

These issues are understandably preoccupying the monetary and fiscal authorities because their successful management has become an urgent necessary condition for Canada's economic recovery. But their successful management is by no means sufficient in the longer run. The preoccupation of economic policy makers with the traditional macroeconomic variables has unfortunately diverted attention from the more fundamental challenge. The ultimate goal of greater prosperity can only be achieved by increased productivity and by adding more value to the things Canadians produce, whether goods or services. The central theme of this report is that satisfactory growth in productivity in modern industrialized economies depends on continuous innovation resulting primarily from the application of science-based technology.

---

10 *Quarterly Labour Market and Productivity Review*; Canadian Labour Market and Productivity Centre; Summer 1990, p. 20.

Sources of Competitiveness

By most absolute international standards, Canada is still one of the world's most economically successful countries. Recent studies of income per capita, based on careful inter-country measures of purchasing power parity, indicate that Canada ranks second only to the United States and continues to be significantly more affluent than Japan and western European countries. It is therefore hardly surprising that most Canadians have been complacent about the global economic challenge. Complacency may also result from recent assessments of international competitiveness carried out by the World Economic Forum (WEF).[11] In the 1990 survey, Canada ranked a very respectable fifth overall behind Japan, Switzerland, the U.S. and Germany (Figure 7).

Figure 7. Competitiveness Ranking

1986	1989	1990
1. Japan	1. Japan	1. Japan
2. U.S.A	2. Switzerland	2. Switzerland
3. Switzerland	3. U.S.A	3. U.S.A
4. Germany	4. CANADA	4. Germany
5. Denmark	5. Germany	5. CANADA
6. CANADA	6. Finland	6. Sweden
7. Sweden	7. Netherlands	7. Finland
8. Netherlands	8. Sweden	8. Denmark
9. Norway	9. Norway	9. Norway
10. Finland	10. Australia	10. Netherlands

Source: The World Competitiveness Report (WEF)

The WEF developed its competitiveness index by combining the ranking on the 10 components listed in Figure 8. Canada scores consistently high in terms of natural resource endowment (second only to Norway) and human resources (due to the relative youth and education level of the labour force and despite a weakness in technical training). Recent government policies promoting privatization and deregulation have boosted Canada's standing. At least until recently, political stability was also a clear plus.

Although these rankings indicate some important strengths, they provide no justification for complacency. In the latest survey, Canada has slipped in several components. These reflect: a serious decline in industrial efficiency (the escalation of unit labour costs documented above) and continued erosion of Canada's perceived "outward orientation" and "future orientation," which are now ranked 15th and 16th, respectively, among 23 industrialized countries. These dismal assessments reflect the extremely narrow focus of Canada's

[11] The WEF is an organization based in Geneva. The assessment is a mixture of objective measures together with opinion data sampled from an international cross section of business people and experts. It contains a large subjective component.

trade (75% of exports go to the U.S.), and the poor representation of technologically advanced, high-growth industries and firms in Canada. It is of particular concern that the components of competitiveness where Canada's ranking has been lowest are precisely those that are most important for the future success of high-wage economies in an era of increasing global trade competition. Our ranking in these areas has been steadily declining.

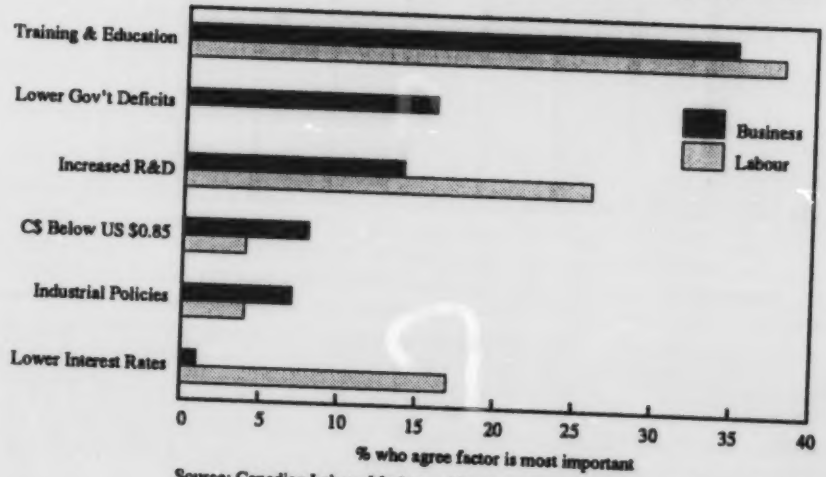
Figure 8. Canada's Ranking on Factors of Competitiveness*

	Rank 1986	Rank 1989	Rank 1990
Natural Endowment	3	2	2
Human Resources	4	2	3
Dynamism of Economy	7	3	5
State Interference	8	3	6
Dynamics of Market	7	4	5
Industrial Efficiency	8	4	13
Socio-Political Stability	7	6	8
Financial Dynamism	7	11	10
Outward Orientation	12	14	15
Future Orientation	9	15	16
Overall	6	4	5

*Ranking of 23 industrialized countries.
Source: The World Competitiveness Report (WEF)

The Canadian Labour Market and Productivity Centre (CLMPC) regularly surveys a sample of business and labour leaders. Figure 9 illustrates the views of this group as to the most important factors in improving Canadian competitiveness. (The scale is the percentage of each group identifying a particular factor as the single most important. The percentages do not add up to 100 because the less important factors are not listed.)

Figure 9. Most Important Factor in Improving Canadian Competitiveness



Source: Canadian Labour Market and Productivity Centre Leadership Survey, 1989.

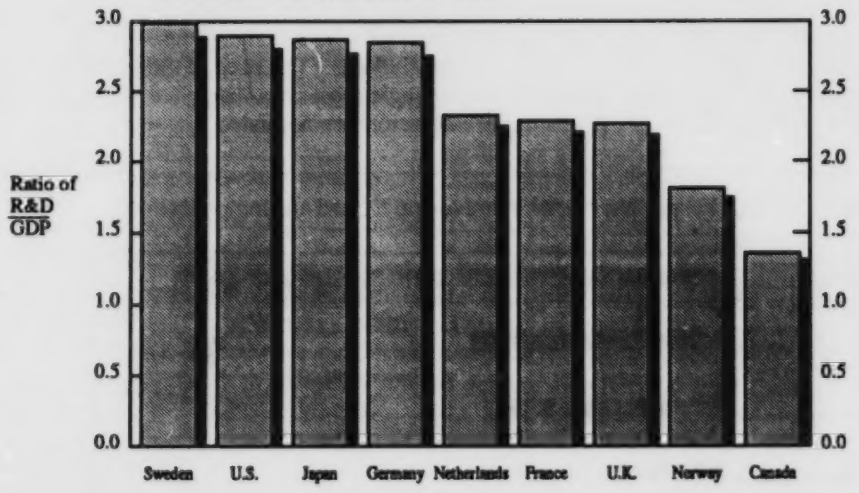
The most important factor for both business and labour leaders is training and education. The need for lower deficits (solely a business concern) and lower interest rates (solely a labour concern) were frequently mentioned. But because both are opposite sides of essentially the same coin, the business/labour divergence is more apparent than real. Perhaps surprisingly, neither business nor labour appears to have much faith in "industrial policy," apparently reflecting a nearly universal skepticism of the efficacy of directed intervention by government.

After training and education, the most important source of increased competitiveness, particularly in labour's view, is increased research and development. Business leaders may have placed less emphasis on this factor if they were from industries where R&D plays only a small role, or from branch plants without an R&D mandate. And since R&D decisions are the responsibility of business management, it might be expected that labour leaders would be more inclined than business leaders to see it as a shortcoming in present practice.

A Perspective on Research and Development[12]

The basic measure of a nation's R&D effort is the so-called GERD to GDP ratio, the Gross Expenditure on Research and Development as a percentage of Gross Domestic Product. By this measure (Figure 10), Canada ranks well behind most other industrialized countries, spending less than half the relative amount on R&D as such countries as Japan, Sweden and Germany. (In none of these cases is defense-related R&D spending a significant factor.)

Figure 10. Research and Development Expenditures as a Percentage of Gross Domestic Product
International comparisons for 1987



Source: Organization for Economic Cooperation and Development, *Main S&T Indicators*, June 1990.

More recent data reported in the 1990 WEF survey indicate that Canada's GERD ratio is 17th among the 23 industrialized countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Moreover, Canada ranked 19th in projected growth of R&D expenditure over the next five years, and thus appears to be falling farther behind.

---

12 Since the reports of other Committees of NABST will deal with matters related to training and education, as well as factors bearing on the cost of capital, it is important here to examine in greater detail Canada's R&D performance.

It is important to note that R&D spending is a measure of only one input to the productive process. It has, at most, an indirect correlation with competitiveness and export success.[13] As already illustrated in Figure 1, Canada imports a great deal of R&D embodied in advanced machinery and equipment. Thus low indigenous spending on R&D does not necessarily point to technological backwardness.

Nevertheless, the picture that emerges from Figure 10 is at least consistent with other indicators of lagging competitiveness — e.g. poor manufacturing productivity growth and persistent trade deficits (i.e. comparative disadvantage) in most sophisticated manufacturing sectors. Even Norway, with its small and heavily resource-dependent economy, appears to be allocating a significantly higher proportion of its resources to R&D than Canada does.

A more detailed perspective is provided in Figure 11, which ranks Canada among eight highly developed countries (on a range of indicators). Note that the amount of R&D performed by government in Canada is about average. But also note that the amount of R&D funded by industry is at the bottom of the ranking.

Figure 11. Comparative Ranking of Canadian R&D Performance (1986)

	Ranking*
R&D as a percent of GDP	Lowest
Industry-funded R&D/GDP	Lowest
Government-funded R&D/GDP	2nd Lowest
Government-performed R&D/GDP	Middle
Higher Education R&D/GDP	2nd Lowest
Advanced Degrees (by Pop.)	Middle
Scientists & engineers (by Pop.)	Lowest
International patents (by Pop.)	Lowest
Number of technology-intensive industries with positive trade balance	Lowest

* Canada, Japan, U.S., Germany, France, Sweden, U.K., Netherlands

Source: Report of the Premier's Council (Ontario) *Competing in the New Global Economy*, 1990, p. 201.

It is significant that Canada does not lag behind its peer group in the number of its advanced academic degrees per capita. But the proportion of scientists and engineers ranks last within the group, indicating that Canadian graduate students have been reluctant to pursue technical careers. Indeed, enrolment percentages in most undergraduate fields of science

13 There is nevertheless considerable academic literature that demonstrates a strong correlation between R&D and productivity growth. Estimates of the "social rate of return" on R&D spending are typically 40% or greater. Careful, long-term studies in the U.S. suggest that technology accounted for roughly 60% of productivity growth between 1929 and 1969, with labour and capital contributing only about 20% each. See "Contributions of R&D to Economic Growth," W.H. Gauvin; *Chemistry in Canada*; May 1981, pp. 14-26.

and engineering in Canadian universities have been declining.[14] Very few leaders in Canadian business or politics have come from science or engineering backgrounds, in sharp contrast with the situation in Japan, Germany and even Sweden and Italy. Most of Canada's business role models are lawyers, MBAs and marketing professionals.

Although Canadians perform only about 2% of the world's R&D, they are authors of approximately twice that percentage of all scientific papers. Japan, on the other hand, was responsible (in the mid-1980s) for about 17% of world R&D but only 8% of the scientific literature. In fact, Germany, France and the U.S. each accounted for a larger percentage of R&D than of scientific papers. The output of academic science is evidently not closely correlated with commercial application.

It is frequently observed that the United States and Britain have been losing the competitive race to Japan and Germany, despite making many of the scientific breakthroughs that underpin today's most technologically advanced industries. (The computer chip and the VCR are spectacular examples.) The key requirement for economic success is the ability of firms to translate basic innovations into products that can be economically and reliably produced. Although it is necessary for a nation to possess the basic scientific ability to comprehend leading edge technology and to impart scientific and engineering skills through its educational system, this is clearly not sufficient to guarantee economic success. The ability to translate scientific and technical know-how into process and product innovations that satisfy customer needs is even more important. As one measure of success in this regard, Japan's share of U.S. patents increased from 4% in 1970 to 20% in 1987, while the U.S. share declined by a corresponding amount. Canada's share of U.S. patents, meanwhile, remained almost unchanged at slightly under 2%.

We have seen (Figure 10) that the GERD to GDP ratio for Canada was well below its industrial country peer group in 1987. Figure 12 shows that the ratio has been declining steadily since 1986, and had fallen to 1.3% by 1989. Research and Development spending (in constant dollars) has increased only slightly during the past four years, despite strong growth in the economy as a whole. Although the GERD ratio has limitations as a static indicator of competitiveness, it is puzzling and alarming that it should be *declining* in Canada while tending to increase in the other competitively successful advanced economies. In view of the long-term downtrend of resource prices and sluggish manufacturing productivity growth noted earlier, it should be of great concern that R&D spending in Canada has stagnated.

To illustrate the extent to which Canada has fallen behind, suppose that Canada sought to increase the GERD ratio to 2.25% by the end of the decade. Assuming that nominal GDP increases at an annual average rate of 7%, R&D spending would have to increase at a compound average annual rate of 13.2% for 10 years. It is questionable — given the nature of Canada's industrial structure — whether this rate of growth could be efficiently absorbed, even though the target of 2.25% of GDP is a modest one compared with other industrialized countries.

---

14 For example, undergraduate enrolment in engineering, mathematics and physical sciences in Ontario universities declined each year from 1984 to 1987, in absolute numbers and as a percentage of total enrolment. Moreover, the proportion of Ontario university applicants citing engineering, math or science as their first choice for major declined steadily from 31.3% in 1983 to 24.1% in 1988. (Source: "People & Skills in the New Global Economy"; *Report of the Premier's Council of Ontario*; 1990; p. 75.)

Figure 12. R&D Spending in Canada (1982-1989)

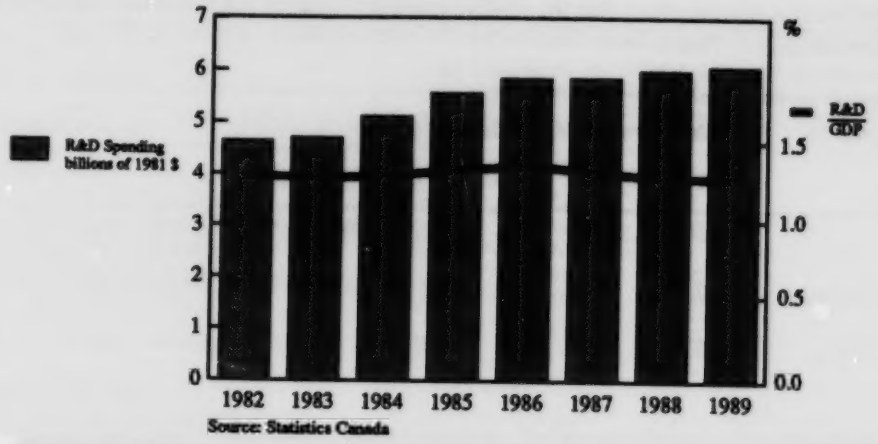


Figure 13 provides a cross-national perspective on the amount of R&D performed by private industry, governments and academic institutions. (Rows of the table add up to 100%.) The proportion performed in universities is roughly comparable in the six countries listed. In Canada and Australia, a significantly higher proportion of R&D is performed by government and a correspondingly lower percentage by industry.[15] The amount of R&D actually *funded* by industry in Canada is considerably lower than the table indicates — 42% of the total in 1986, while governments funded 38%. These percentages remained essentially unchanged in 1989.

Figure 13. Who Performs R&D?

(Percentage of Total R&D Spending: 1986)

	Industry	Government	Universities
Canada	54	24	22
Sweden	73	4	22
Germany	73	14	13
U.S.	70	15	15
Japan	67	13	20
Australia	35	38	27

Source: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *Main S&T Indicators*, Dec. 1988.

15 Although the *proportion* of R&D performed by government and universities in Canada compares favourably with other countries, recall that total R&D relative to GDP is only about half the level of most other highly industrialized countries. Thus R&D performance, both in government and in university labs, makes up a smaller proportion of GDP in Canada than in most other advanced countries.

The amount of R&D performed by Canadian industry, relative to national output, has remained almost constant since 1984 and, if anything, has recently declined slightly (Figure 14). It is disconcerting that the relative level of industrial R&D spending in Canada is so low, but it is of even greater concern that the trend shows no sign of improving.

Figure 14. R&D Performed by Canadian Industry (1975–1989)

	1975	1980	1984	1985*	1986	1987	1988	1989
C$ Billions	0.7	1.6	3.0	3.6	4.0	4.2	4.5	4.8
% GDP	0.40	0.51	0.67	0.76	0.78	0.77	0.74	0.73

* Improved coverage has increased measured R&D expenditures by about 10% after 1984.

Source: Statistics Canada

Why is Canadian R&D so Low?

Canadian industry conducts little R&D for two equally important reasons. First, the Canadian economy is dominated by industries that have intrinsically low ratios of R&D spending to output. Part of Canada's low ratio is therefore due to industrial structure. Second, goods-producing industries in Canada (with some notable exceptions) tend to perform less R&D than similar industries in other highly developed countries. Thus, while part of the R&D shortfall can be explained by Canada's industrial structure, a significant portion of the gap is due to the low "propensity" of many Canadian firms to conduct R&D, as compared with their counterparts in other industrialized countries.

The effect of industrial structure is illustrated in Figure 15 (see next page), which divides Canada's goods-producing industries into three broad categories according to R&D expenditure as a percentage of sales.

In the "high intensity" group, expenditures in 1987 averaged 14.4% of sales or $1.7 billion. The ratio drops sharply to 3.4% of sales in the "medium intensity" group, whereas the "low intensity" industries, namely the traditional manufacturing sector and resource producers, devoted only about 0.6% of sales to R&D. Put another way, the high intensity group of industries accounted for almost 50% of total R&D spending, but only 4.5% of the sales of all companies in the sample. At the other end of the spectrum, the so-called "low end" industries accounted for over 72% of sales, but only 22% of R&D spending.

Figure 15. Effect of Industrial Structure (1987 Data)

Industry Group	R&D Expenses 1987 as % of Sales	R&D Expenses 1987 $ Million	Sales of Firms Doing R&D $ Billion	Group Sales as % of Total Sales for all Four Groups %
High Intensity				
Aircraft and Parts	17.1	432	2.5	
Telecommunications Equipment	16.9	549	3.2	
Other Electronic Equipment	12.0	254	2.1	
Engineering and Scientific Services	11.9	294	2.5	
Computer Services	11.7	175	1.5	
		1,704	11.8	
Group Average	14.4			4.5
Medium Intensity				
Electronic Parts and Components	5.9	24	0.4	
Business Machines	3.7	216	5.8	
Drugs and Medicines	3.5	95	2.7	
Machinery	3.2	72	2.3	
Scientific and Professional Equipment	2.5	36	1.4	
Other Manufacturing Industries	2.3	29	1.3	
		472	13.9	
Group Average	3.4			5.3
Low Intensity				
"High End"				
Other Electrical Products	1.5	58	3.9	
Primary Metals, non-ferrous	1.3	96	7.4	
Other Chemical Products	1.2	151	12.6	
Textiles	1.1	36	3.3	
Metal Fabricating	1.1	29	2.6	
Electrical Power	1.0	170	17.0	
		540	46.8	
Group Average	1.2			17.9
"Low End"				
Other Non-Manufacturing Industries	0.9	189	21.0	
Rubber and Plastics Products	0.7	16	2.3	
Mining	0.6	43	7.2	
Wood	0.6	22	3.7	
Crude Petroleum and Natural Gas	0.5	26	5.2	
Refined Petroleum and Coal Products	0.5	105	21.0	
Transportation and Other Utilities	0.4	111	27.8	
Non-Metallic Mineral Products	0.4	13	3.3	
Pulp and Paper	0.3	69	23.0	
Primary Metals, ferrous	0.3	26	8.7	
Other Transportation Equipment	0.3	93	31.0	
Food, Beverages and Tobacco	0.2	70	35.0	
		783	189.2	
Group Average	0.4			72.3
Average for all sectors	1.3			
		3,501	261.7	100.00

Source: Statistics Canada #88-202, Table 15 (1987), Table 13 (1977)

Figure 15 shows that most of the industries that dominate Canada's economy do little R&D. For example, the pulp and paper sector devotes only about 0.3% of sales and the energy sector about 0.5% of sales to R&D. Viewed over time, the high intensity group of industries has been significantly boosting R&D spending relative to sales but there has been little, if any, increase in the overall ratio for the low intensity group. Meanwhile, Canada's industrial structure has changed remarkably little during the past 20 years, in the sense that the proportion of manufacturing value-added in technology-intensive industries has increased only slightly. According to one source,[16] the share of value-added in technology-intensive goods in Canada was 30% in 1969 and had increased to only 32% by 1985. By contrast, the comparable percentage in Japan had grown from 40% to 60%; Germany 41% to 49%; France 34% to 42%; U.K. 39% to 44%; and the U.S. 44% to 47%.

Much of Canada's lagging R&D performance can therefore be explained by our low-tech industrial structure. And most significantly, this unhealthy characteristic is changing very slowly. The remainder of the gap, relative to other industrialized countries, is due to the low propensity of many Canadian firms to conduct R&D, reflected by the fact that R&D spending by many Canadian industries is a much smaller percentage of sales or value-added than is typical of the *same* industries in other advanced economies. The Canadian automobile industry, for instance, devotes a mere 0.3% of sales to R&D. This is barely one-tenth of the average relative R&D spending in the industry worldwide. In 1987, total expenditure by auto assemblers and parts manufacturers in Canada was less than $100 million as compared with a worldwide R&D outlay of about $10.5 billion by GM, Ford and Chrysler.[17] This amount was 40% greater than *total* R&D spending in Canada for that year.

Canadian steel producers spend only about 0.5% of sales on R&D, as compared with R&D spending by Japanese steel makers at 3.5% of sales. This has enabled the Japanese to transcend the "commodity" steel business and to dominate many specialty markets where the ability to meet extremely demanding customer specifications ensures healthy profit margins.

To take one further example, in 1987 the Canadian pharmaceutical industry spent only 3.5% of sales on R&D, an extremely low proportion by international standards. The government's drug patent protection legislation was motivated in part by undertakings by pharmaceutical manufacturers to significantly increase the amount of R&D in Canada.

The remarkably low propensity of many Canadian industries to perform R&D is graphically illustrated in Figure 16, which compares actual R&D spending in a representative sample of Canadian industries with potential spending if Canadian firms in each industry had achieved a ratio of R&D to sales equal to the OECD average.

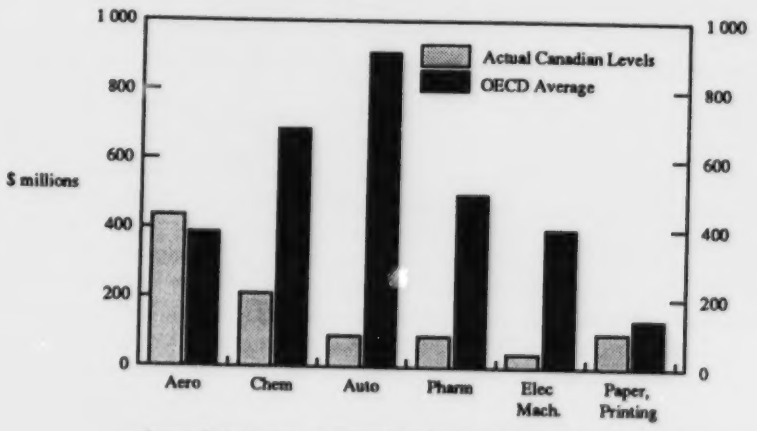
Thus, for example, if the Canadian auto industry (parts and assemblers) had a ratio of R&D to sales equal to the average of industrial countries, spending on research and development in 1987 would have been about $910 million. In fact, it was approximately $90 million. Similar huge gaps between actual spending and the industrial country average are found in the chemical industry, in pharmaceuticals and in electrical machinery. Even in the paper and printing sector, where Canada has a world-scale indigenous industry, relative R&D spending was below the OECD average. In the aerospace industry, on the other hand, R&D spending in Canada slightly exceeded the norm of other industrialized countries in 1987.

---

16 "Reassessing American Competitiveness"; monograph prepared for the National Planning Association (U.S.) by Peter Morici, 1988; p. 98.

17 Source: "Product and Process Development in the Canadian Automotive Sector;" Automotive Directorate; Industry, Science and Technology Canada (ISTC); January, 1990; p. 1.

Figure 16. Comparisons of R&D Spending (1987)



Source: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)

The Defence Industry Productivity Program (DIPP) provided major financial assistance and demonstrates that government encouragement can have a significant effect on R&D performance. For example, programs like the DIPP can be determining factors in the granting of world-product mandates to Canadian subsidiaries of transnational firms.

Those industries in which Canadian R&D propensity is particularly low tend to have a high degree of foreign ownership or to be specialized (at the sub-industry level) in lower value-added products. The Science Council of Canada is presently examining in depth the R&D performance of a number of industries. The results of this work will shed important light on the extent of, and reasons for, Canada's under-investment in R&D.

Some data (Figure 17) already suggest a strong inverse correlation between the level of foreign ownership and R&D expenditure, measured as a percentage of sales.

We have already seen that a number of major industries having a large foreign ownership component, such as automobiles, chemicals, electrical machinery and pharmaceuticals, perform little R&D in Canada. The data in Figure 17, covering a limited sample of subsectors, indicate that R&D spending by *Canadian-owned* companies is comparable with the amounts spent by companies in the U.S. in the same sector. Most *foreign-owned* companies in Canada, on the other hand, exhibit a very weak propensity to conduct R&D in this country. Although not included in Figure 17, the Canadian auto parts industry provides further evidence. While Canadian-owned auto parts firms accounted in 1986 for only 17% of shipments by the domestic parts industry, they performed 46% of R&D in the entire automotive sector — parts and assembly combined.[18] The data in Figure 17, while not conclusive in view of the small sample of sectors, nevertheless suggest that the branch plant nature of many Canadian manufacturers is one of the primary factors responsible for the feeble R&D statistics for the economy as a whole.

---

18 Automotive Directorate, ISTC, op. cit.

Figure 17. Impact of Foreign Ownership on R&D Spending by Companies: R&D As a Percentage of Sales (1987)

	Canada		USA
	Canadian-Owned	Foreign-Owned	All Companies (1986)
Telecommunications Equipment	17.0	15.5	11.4
Business Machines	12.9	2.9	12.0
Drugs & Medicines	10.7	2.6	8.3
Scientific & Professional Equipment	11.0	0.9	10.5
Metal Fabricating	1.8	0.7	1.4

Source: Statistics Canada and National Science Foundation (U.S.)

There is evidence that foreign-owned manufacturers in the United States exhibit no reduced propensity to perform R&D, and often do more than their U.S. counterparts. Some academics have argued that this proves that nationality of ownership is *not* a factor in choosing the location of R&D activity.[19] According to this view, transnational corporations scan the globe for hospitable R&D environments — e.g. clusters of trained people and support activities, favourable tax environments — regardless of country. These conclusions are not necessarily in conflict with the data in Figure 17 because Canada may simply be perceived by many foreign firms as not an ideal environment for R&D activity.

Market size has probably also been a factor in the different R&D location behaviour between Canada and the U.S. When a foreign firm establishes a significant presence in the U.S., it is less likely to be configured as a branch plant than if it were being located in a much smaller market such as Canada's. Therefore, foreign ownership may interact with small market size to produce low R&D propensity in Canada but not in the U.S., Japan, Germany and other large and/or technologically sophisticated economies. This question should be examined in depth, since it is increasingly important that Canada develop policies to attract a significantly larger share of global R&D activity.

The reasons for this importance are two-fold. First, research and development activity provides high-quality jobs, creating opportunities for Canadian scientists and engineers to remain in this country and inspiring more young Canadians to pursue technical careers. Second, without a solid base of R&D activity, many firms will lack the skills and corporate culture to embrace continuous innovation. And while the great majority of R&D used in Canada will inevitably be acquired — one way or another — from elsewhere, the capability of many Canadian firms to adopt and adapt leading-edge knowledge and techniques depends on their having a reasonably strong base of indigenous R&D activity.

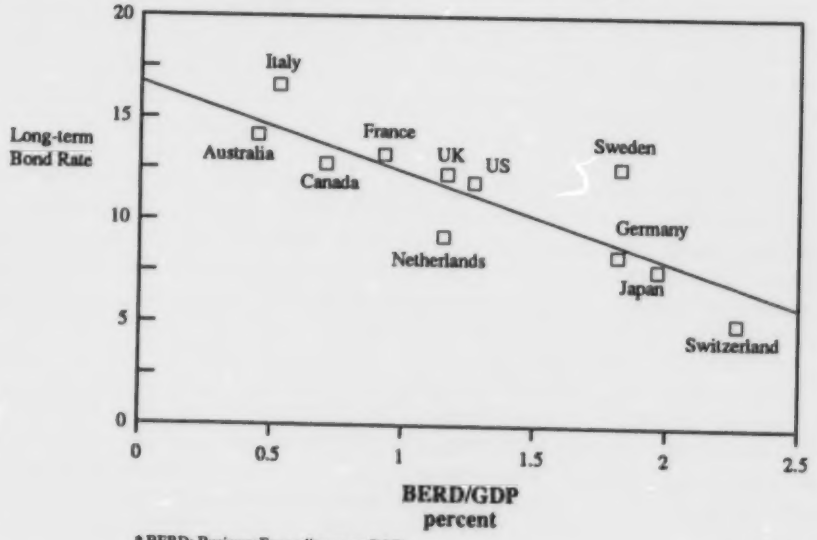
---

19 This thesis has been argued in an influential paper by Professor Robert Reich of Harvard – "Who is Us?"; *Harvard Business Review*; January-February, 1990; pp. 53-64. A partially opposed view has emerged from the research of Professor Michael Porter ("The Competitive Advantage of Nations"; op. cit.)

There is evidence suggesting that Canadian firms under-invest in R&D because of the high cost of capital in this country. In these circumstances, the longer-term payoffs typically associated with R&D projects, when discounted at a rate reflecting a high cost of capital, lose out in the competition for scarce investment dollars. This issue has been examined in depth by another committee of NABST.

Some support for the hypothesis of the deleterious effect of a high cost of capital is provided in Figure 18, which suggests a remarkably close inverse correlation between the cost of debt financing and the relative amount of business expenditure on R&D (BERD). Those countries that have had low long-term interest rates have also exhibited the highest BERD ratios. There is no necessary relationship of cause and effect implied by Figure 18. Correlations, by themselves, are not proof of causal connection. Moreover, should it be concluded that low interest rates lead to greater R&D spending? Or, conversely, are those countries with a high intrinsic R&D propensity also the most successful economically, leading to low and stable inflation and consequently to low long-term interest rates? In Canada's case, industrial structure and a high degree of foreign ownership in the manufacturing sector appear to have compounded the effect of cost of capital, producing an unusually low BERD.

Figure 18. BERD*/GDP vs. Bond Rate: 1980–1986 average



* BERD: Business Expenditures on R&D.
Source: ISTC.

A Perspective on Human Resources[20]

Ultimately, productivity and competitiveness depend on people — people who are trained, well managed and well equipped. The foundation of these attributes is superior education.

Governments in Canada spend $45 billion a year on public education. This ranks close to the top in the world, both as a percentage of GNP and on a per-pupil basis. But the results of this spending are worrying. For example, 30% of students are dropping out before they finish high school. Statistics Canada reports that 38% of Canadian adults cannot meet most everyday reading demands. And a similar percentage lacks the math skills to follow a simple sequence of numerical operations. At the same time, the Canadian Engineering Resources Board forecasts that about two thirds of the jobs that will be created within the next 10 years will require at least 12 years of education. About half of the new jobs will require 17 years or more.

Even though all the evidence points to the growing importance of a technically skilled population, most young Canadians are not choosing to educate themselves for the jobs of the 21st century. University enrolments in mathematics, science and engineering are declining in absolute numbers. The same is true for the technical trades. Meanwhile, manufacturers are complaining of acute shortages of workers with appropriate skills. Obviously something has gone very wrong, because the Board estimates that Canada will be short at least 10,000 engineers by the end of the decade — yet the educational pipeline is drying up.

Figure 19 shows that enrolment in the technology programs at Ontario Colleges of Applied Arts & Technology has fallen steadily between 1984 and 1988 — down 26% in absolute numbers (the bars) and from 27% to 20% of total enrolment (the line). This trend, which is mirrored across Canada, is particularly alarming because it implies a lack of interest in acquiring the basic, practical technical skills required to run a modern economy.

These apparent shortcomings of our formal education system are not being offset by workplace training. For example, the average Canadian worker receives about seven hours of training per year, whereas the average Japanese receives 200 hours and the average Swede receives almost 170. The Japanese and the Swedes — and the Germans, the French, the Finns, the Koreans and so on — are training their populations in a vastly more sophisticated set of skills and activities than is the case in Canada.

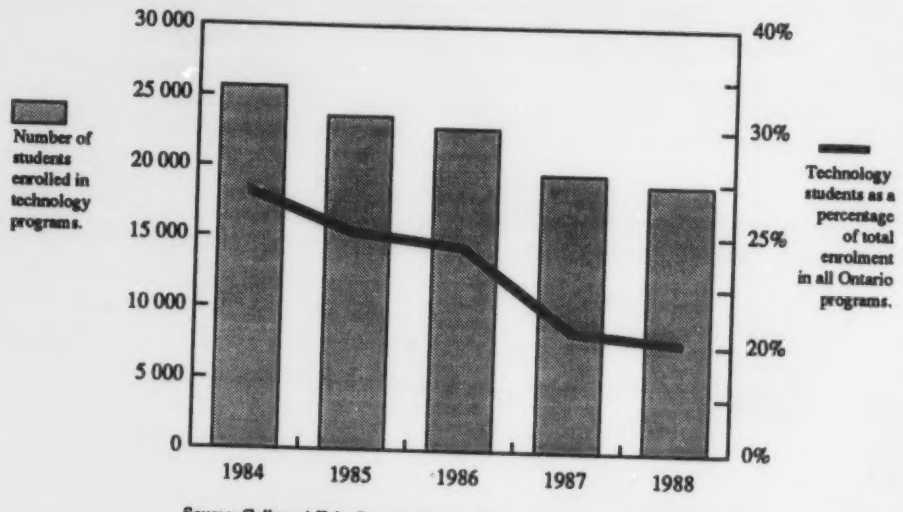
It might be assumed that Canada can rely, as it always has, on a continued inflow of technically skilled immigrants. But that source is already drying up. Forty percent of the immigrant PhDs currently resident in Canada arrived in the decade between 1967 and 1976. Fewer than 20% arrived during the following ten-year period. Three quarters of the foreign students enrolled in doctoral programs in Canada profess an intention to leave the country when they graduate.

Shortages of highly qualified people now exist the world over, even in countries like Germany and Japan. These shortages can only increase as growth in the labour force slows down and potentially huge demands materialize in Eastern Europe and Asia. If anything, Canada faces a brain drain as the United States struggles to improve its base of skills and begins to offer even greater attractions to Canada's best and brightest.

---

20 This section is abbreviated since matters related to education and training are addressed in detail in the Report of the Human Resource Development Committee of NABST. See *Learning to Win: Education, Training and National Prosperity*, available from the Communications Branch, ISTC. Statistics cited in this section are from the report, unless indicated otherwise.

Figure 19. Technology Programs Enrolment in Ontario Colleges of Applied Arts and Technology (1984-1988)

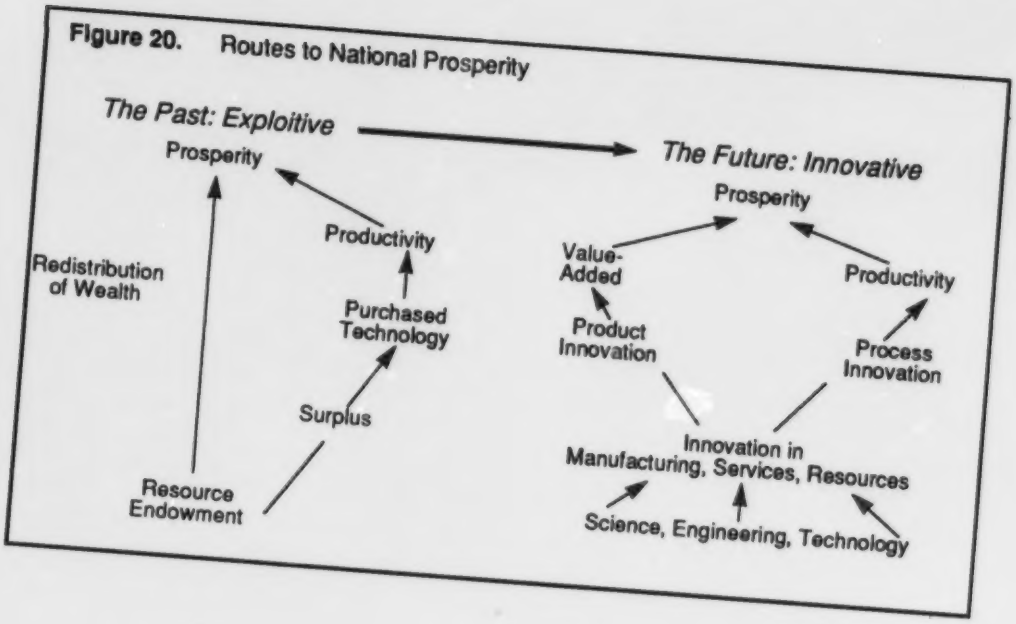


Source: College Affairs Branch, Ontario Ministry of Colleges and Universities, June 1989

Conclusion

The foregoing evidence, taken in its entirety, shows that Canadian industry is not well-positioned "to compete with the best in the world." The traditional foundation of Canada's wealth — the economic surplus from abundant natural resources — can no longer be relied upon to sustain the aspirations of an extremely affluent population. There is abundant evidence that the international competitiveness of many Canadian firms is eroding in the face of a harsh domestic macroeconomic environment and lagging productivity. We Canadians have been much slower than our competitors to recognize that the links between science-based technology, innovation, productivity growth and value-added constitute the primary source of economic growth in highly developed societies. The central long-term objective of policy should be to foster conditions in Canada that help these linkages to be created, strengthened and multiplied. The urgent challenge, depicted in the schematic diagram in Figure 20 (see next page), is to bring about a fundamental change of course — from an economy in which the primary source of prosperity has been the exploitation of natural resources, to an economy in which prosperity comes primarily from innovation.

Figure 20. Routes to National Prosperity



Competitiveness: An Industry Perspective

The foregoing diagnosis of Canadian competitiveness examined issues primarily at the level of the entire economy. The Committee has complemented this macro-perspective with a series of industry reviews. Six sectors were selected, somewhat arbitrarily, to be roughly representative of the spectrum of Canada's traded goods and services. These were: the resource-based sector (pulp and paper); mature manufacturing sector (chemicals; auto parts); and the modern, technology-intensive sector (aerospace; lasers; computer software and services).

The objective of the reviews was to identify, in broad terms, the major issues relevant to the competitive prospects of Canadian firms in the various sectors. Following are brief summaries of the six reviews.[21]

Pulp and Paper

Exports by the pulp and paper industry in 1989 were valued at $15.4 billion, about 11% of Canada's total exports. Almost 90% of the industry's export shipments consisted of two commodity products — newsprint and market pulp.

During the 1980s, the pulp and paper industry experienced dramatic swings in profitability and overall economic performance (see Figure 2 in the last section). In the early to mid-1980s, Canadian firms suffered a traumatic period in which low product prices and difficult competitive conditions were made worse by high interest costs on debt incurred to finance a wave of investments and acquisitions in the late 1970s. Moreover, a number of significant structural shifts have occurred in the world market for pulp and paper products, and in the industry itself, which threaten the capability of the domestic industry to generate future growth and prosperity on a sustained basis. Given the dominant role of pulp and paper in Canada's export trade balance, any threat to the industry's prosperity implies grave consequences.

Despite booming sales of market pulp and newsprint from 1986 to 1989, Canada will soon reach its potential for major expansion as the available softwood resource reaches the limit of sustainable development. While world demand for softwood kraft pulp will continue to expand at a moderate rate, competition from other pulps — particularly hardwood kraft and mechanical pulp — and from new suppliers such as Chile is expected to increase significantly. At the same time, the industry's customers, especially in the U.S., are moving toward fully integrated paper making facilities in an effort to reduce costs.

Although the Canadian newsprint sector continues to enjoy a strong competitive position — owing to a high-quality fibre base and low hydroelectric costs — projected fibre supply limitations will erode Canada's ability to meet rising world demand for newsprint in a cost-efficient manner. While Canada is obviously in no danger of literally running out of wood, limited incremental softwood fibre availability severely restricts the expansion prospects of the domestic industry.

---

21 Each sector encompasses a wide range of individual firms that face a diversity of competitive circumstances. Accurate generalizations are impossible. The original studies were prepared for the Committee by an outside consultant. The summaries included here have been reviewed by sector specialists in ISTC, but responsibility for choice of emphasis rests with the Committee.

Of particular concern is the growing number of customers in the U.S. who are insisting on recycled fibre content in newsprint. State regulations are pushing toward a standard of approximately 40% recycled fibre to new fibre. Canada's small population cannot supply adequate volumes of used newspapers and so, wherever feasible, the extra recycled fibre will have to be imported. More likely, the next generation of newsprint manufacturers will tend to locate close to the mass market where recycled fibre is abundant. Canada's comparative advantage would then be increasingly limited to raw pulp supply.

The only segment that presents the Canadian industry with substantial latitude for new investment and growth is the market for higher value-added printing and writing papers and other fine papers that require high-quality virgin fibre (such as super-calendered and light-weight coated papers used in advertising inserts, magazines and catalogues). Although most Canadian producers have traditionally ignored this market, it has expanded more rapidly during the past two decades than any other segment of the industry. Global demand now exceeds 50 million metric tons annually, almost double the size of the world newsprint market.

The Canadian pulp and paper industry, with a few notable exceptions, has nevertheless concentrated on lower value commodity products. The market for higher value products has been captured by American, European and Scandanavian firms. Despite an unprecedented wave of capital spending by the Canadian industry in recent years, printing and writing papers still account for less than 15% of the industry's total capacity.

Two factors appear to explain the long-standing commodity bias of the Canadian pulp and paper sector. First, an abundant supply of cheap wood and power ensured decades of easy profitability with correspondingly little pressure to develop alternative niches. Second, Canadian suppliers — unlike their U.S. and European competitors — were not constantly face-to-face with demanding final customers for specialized paper products. Trade barriers also impeded Canadian exports of higher valued papers. The Canadian industry thus failed to develop as keen a marketing orientation as its competition, seeing itself instead as an efficient, high-volume "producer." A similar production orientation has been characteristic of virtually all of Canada's resource industries.

Today, the realities of competition from new primary suppliers; the challenges and opportunities posed by the Canada-U.S. Free Trade Agreement; the constraints imposed by recycling requirements; and the enormous cost and complexity of environmental protection are combining to force the Canadian pulp and paper industry to radically and urgently adjust its traditional strategy in the direction of higher value products, even more sophisticated technology, and greater emphasis on market development.

The industry faces a particularly significant investment and technological challenge regarding environmental issues, as a result of increasing public and regulatory pressures. There is an immediate need for greater research to develop new technology; to increase reforestation; to recycle; and to control pollution from production processes. (The lack of scientific knowledge of the environmental impact of pulp and paper production is illustrated by the fact that only a few years ago was it discovered that chlorine-bleached kraft pulp produces minute quantities of dioxins and furans.)

Although the required re-orientation is widely understood and accepted, the industry's capacity to change quickly enough is limited by a shortage of appropriate skills, experience, and capital. Technological sophistication and a solid R&D base are, by and large, lacking in Canada. The innovative capability of Canada's most important resource industry is about to be severely tested.

Chemicals

In 1989, Canadian exports of manufactured chemicals totalled $6.9 billion, down 9% from the previous year. Major segments of the Canadian industry, largely foreign-owned, exhibit characteristics of the classic tariff-protected branch plant. A large number of businesses are being severely challenged by loss of tariff protection following the Free Trade Agreement (FTA) — most tariffs are being phased out over five years. Those plants that do disappear are likely to be those that would have failed in any event; the FTA appears at most to be an accelerator. The adverse macroeconomic conditions — particularly the high dollar — have posed a greater immediate threat.

During the 1980s, most international producers have shifted resources away from the low-valued commodity chemicals (the basic building blocks and simple intermediates) in response to shrinking profit margins and global overcapacity. Canadian producers of petrochemical products lost their feedstock cost advantage with the move to world prices, but they remain competitively located — particularly those in Montreal and Sarnia — in relation to many major U.S. markets. There is, nevertheless, a strategic risk from potentially very-low-cost producers, in the Middle East and the Soviet Union, for example.

Highly industrialized countries have focused their activities on higher value-added products, typically in the formulated or performance-tailored chemicals field. The world market for these specialty chemicals as a whole is expected to increase 6 to 9% per annum during the next 10 years — more than double the rate of growth anticipated for commodity chemicals.

The Canadian industry has generally been constrained from expanding in specialty chemicals because of a lack of technological capability. The present R&D capabilities of the Canadian chemical industry fall short of what is required to produce a continuous stream of innovative products and processes needed to support a globally competitive specialty chemicals industry. The expertise to develop proprietary production processes, specialized formulation skills and applications engineering capabilities in specialty chemicals, does not exist on a significant scale in Canada. The marketing expertise and distribution channels needed to succeed in the global specialty chemicals market are therefore also absent in the case of most Canadian-owned companies, though they exist potentially in the case of foreign subsidiaries.

Most Canadian producers have been prevented from making major investments in world-scale specialty chemicals facilities by their foreign parent enterprises, which typically have established plants in the United States to serve the North American market. A lack of strategic autonomy has diminished the ability of Canadian industry to expand export markets and to make the investments in R&D needed to be internationally competitive in higher value-added products.

The key to survival for much of the industry now lies in acquiring mandates to provide higher value-added products in world markets. Adequate production volumes are essential to cover up-front development and capital costs. Success in export markets is therefore a *sine qua non*. So while the FTA has threatened the prospects of many segments of the existing industry, the Agreement does offer the best opportunity for the Canadian chemicals industry to adjust toward new high-value products. The challenge is to convince transnational chemical producers that Canada is a suitable host for the manufacturing of certain sophisticated products that will have a North American, if not a global, market mandate.

Automotive Parts

Canadian auto parts exports in 1989 were $10.8 billion, virtually the same value as in 1984. Imports in 1989 were $16.8 billion, also little changed over the past six years.[22] There are approximately 425 firms engaged primarily in the sector, with a further 1,500 less directly involved.

If Canadian auto parts manufacturers are to survive, many will have to continue adapting to the radically new design and production philosophy that has emerged from Japanese practice. Japanese firms are making the management of the innovation process the key competitive issue of the 1990s, just as they did with cost and quality in the 1980s. Historically, the Canadian parts industry operated on a "build-to-print" basis and competed primarily on cost. Almost all of the R&D incorporated in parts and subassemblies was undertaken by assemblers. Most parts suppliers therefore saw no need to perform R&D themselves, or to acquire advanced technical skills. They were content to specialize in responding quickly to the needs of assemblers for process and tooling modifications.

Many Canadian parts manufacturers have made impressive strides in quality and productivity improvement during the 1980s. They benefited from extensive technology transfer from parent companies — primarily GM, Ford and Chrysler — and were also successful in adapting the latest Japanese production techniques on the shop floor.

But the critical competitive factors in the industry are changing quickly as North American assemblers embrace the evolving "lean manufacturing" model for the rapid development of automotive products. This model is based on new materials and advanced electronics, continuous incremental improvement in production processes, and close links between design and manufacturing ("concurrent engineering"). This has triggered a redefinition in North America of how, and where, many R&D activities should be performed. Assemblers are moving components of production closer to final assembly plants in order to design for function and manufacturability simultaneously. The biggest auto parts producers will be expected to work in tandem with assemblers in the design of subassemblies for new models. Assemblers will demand that these major suppliers not only produce parts, but also provide design and engineering expertise in the development of new products incorporating advanced technologies.

Much of the Canadian parts industry is relatively ill-equipped to meet these changing conditions. Its R&D, engineering and technological capabilities are weak. Many Canadian parts manufacturers will be challenged to acquire the appropriate engineering staff and the in-depth knowledge of the design process required by assemblers.

The major barriers to expanding the technological capabilities of the parts industry include an acute shortage of automotive engineering and technical personnel; inadequate training facilities; and a reluctance on the part of smaller suppliers to commit capital to risky technology-development initiatives, particularly without assured purchase commitments from assemblers. If the industry fails to meet the challenge in the near-term, it faces the prospect of a steady erosion of domestic production and jobs. In the globalized automotive industry there will be no room for low-technology manufacturers operating in high-wage countries.

---

22 Data are from *The Bank of Canada Review* (September 1990). Figures for 1989 cited by ISTC indicate parts exports of $11.7 billion and imports of $20.5 billion (excluding tires and tubes).

Aerospace

Shipments of Canadian aircraft and parts in 1989 totalled $6 billion, of which approximately 70% were exported.[23] Sales have grown at a compound average rate of 13% since 1983. Trade in the sector as a whole is roughly in balance. The industry is a heterogeneous mix of companies that face a variety of challenges and opportunities that defy easy generalization.

International competition in aerospace has traditionally revolved around technological, political and market-share factors. More recently, price competition — and the consequent need to control costs — has become increasingly dominant. Technical capability obviously remains essential for gaining entry, and in some cases products can be differentiated on a technological basis. In most business segments, however, the key determinant of success is securing adequate assured sales over which to amortize the fixed costs associated with R&D and the launch of new products.

In the past, military projects often provided the technical and financial cushion required to support civilian aerospace activities around the world. The almost risk-free revenues from "cost-plus" military work allowed firms to take on high-risk civilian projects while maintaining an acceptable overall risk profile. And while military orders still form an important underpinning in significant parts of the world industry, much defence work is now contracted at fixed prices and has thus become quite risky.

Canadian aerospace manufacturers have achieved, over the past two decades, a remarkable reorientation of their production from a military to a civilian emphasis. Civilian work now comprises about 70% of sales. Of the 20 major Canadian firms in the sector, only two still have a preponderance of their activity in the defence sector. The reorientation of the industry has depended on the ability of Canadian manufacturers to become world competitive in a number of important niche areas — some examples are Pratt & Whitney's PT-6 Turbo Fan engine; Bell Helicopters; CAE's simulators; and many other products that have met the price and quality demands of international commercial customers. It is also true that significant defence procurements, such as the CF-18 aircraft program and NORAD modernization, have given a strong boost to the industry's growth.

Canadian aerospace manufacturers have evidently developed a strong base of technological capability in a number of product niches. The sector is one of the few in which R&D spending in Canada is comparable with industrial country averages (see Figure 16). This level of R&D spending has been fostered by R&D support through the Defence Industry Productivity Program (DIPP). The industry has also benefited from a great deal of technology transfer from parent corporations, primarily in the U.S. Some Canadian manufacturers have world product mandates, and in certain cases (such as Pratt & Whitney's development of smaller-engine technology) Canadian firms are providing significant reverse technology transfer to the foreign parent.

Notwithstanding the serious concern of some companies in the face of defence cutbacks, the Canadian aerospace industry as a whole has been forecasting continued strong sales growth, with an approximate doubling between 1989 and 1993. (These overall forecasts are now being scaled back in light of the economic slowdown and continued pressure on Canadian cost competitiveness.) The progressive orientation of the Canadian industry

---

23 Figures based on industry data compiled by ISTC. Trade data reported in *The Bank of Canada Review* show export sales somewhat lower, at $3.6 billion.

toward the civilian sector has reduced the vulnerability of most firms to defence cutbacks in the U.S. and elsewhere. Moreover, if development of new weapons systems is scaled back, the demand for repair and overhaul work is likely to increase. And this is an area where many Canadian firms are very competitive.

Although there are solid grounds for optimism in Canada's aerospace sector as a whole, the industry is not without significant challenges. The adverse trend of unit labour costs, described earlier, is of immediate concern. Canada tends to focus on the civil commuter aircraft market, where there is high demand but significant over capacity worldwide. The inevitable rationalization in this sector, combined with a squeeze on defence spending, may make Canadian exporters vulnerable. While outright subsidization of aerospace firms is officially discouraged by virtually all countries, there is nevertheless intense international competition to attract and retain jobs in this prestigious, technology-intensive industry. Increasingly, governments have taken direct ownership positions in the industry, a factor that changes fundamentally the nature of competition. On the military side, there is the prospect of major contractors in the U.S. diversifying into the civil sector, adding to the competitive pressure. And faced with tighter conditions, it is likely that the U.S. will tend to favour its domestic industry through a bias toward procurement of systems that have a higher proportion of U.S. domestic content.

Apart from the uncertainty caused by political and macroeconomic factors, the Canadian industry faces three key technological challenges. The first is that the aerospace sector is undergoing a structural change in which the prime assemblers are demanding increased technological capability and innovation from their key suppliers. (The same trend has already been noted in the auto parts sector.) The Canadian aerospace industry is increasingly required to provide the basic design, engineering and R&D required for continuous innovation. The investments needed are often high-risk ones, since typically there is no guarantee of sufficient sales volumes to amortize the upfront costs.

The second fundamental problem is the chronic shortage of skills in the aerospace sector. Canadian firms have often relied on attracting a significant amount of highly trained talent from abroad — particularly Europe — but these sources are drying up or becoming extremely expensive to tap. The significance of the skills shortage can only increase as the above-noted technological demands on Canadian suppliers grow.

The third challenge is to seize the opportunity created by the growing international concern with global environmental change. Canada's space industry has developed expertise in remote sensing satellites, ground stations and data analysis. This technology will be heavily used in the coming decades by the various international "global change" programs, and this presents an opportunity for Canadian industry to occupy an important niche.

The Canadian aerospace industry has been, overall, one of the success stories of the manufacturing sector, and has proven that Canadian firms are capable of establishing world competitive niches in technology-based production. But it is equally clear that maintaining its share of the global aerospace market will require a continuation — and perhaps intensification — of supportive government policy as well as an all-out commitment to skills development at every level.

Lasers

Between 1980 and 1986, worldwide sales of laser-based products doubled from $400 million to $800 million as the variety of technologies and the number of applications for lasers rapidly expanded. Since then, the growth of applications for lasers and other light-related (photonic) products has been explosive. Lasers have emerged as a global "strategic" technology. Rapid development has been spurred by extremely generous government support for R&D in Europe (particularly in Germany) and Japan, and through defence outlays in the U.S.

The basis for competitive advantage in the laser industry depends on the ability to continually meet new product developments of competitors. Scale in production, marketing and service coverage are of increasing importance. Even well-entrenched industry leaders have found it necessary to seek strategic alliances and joint ventures with other enterprises (often non-laser firms) to facilitate their entry into new markets and to finance continued growth. The recent entry of Japanese laser companies into the world market with low-cost semiconductor diode lasers has accelerated a process of rationalization and large-scale manufacturing.

Canada's only serious contender in the world laser industry is Lumonics Inc., the third-largest manufacturer of high-powered laser-based products in the world. The company has annual sales approaching $90 million and subsidiaries in the U.S., Germany, Japan and the U.K. It affords an instructive case study of the commercialization of high technology in Canada.

Lumonics was established in 1970 as a by-product of federally funded research and development at the Canadian Defence Research Establishment in Valcartier, Quebec. The company's history has been marked by one research success after another in the development and manufacture of lasers. This success was due to a commitment to R&D; the rapid growth in world demand for laser technologies; financial and technical assistance provided by federal and provincial governments; and the significant laser research and development infrastructure within the National Research Council, the University of Toronto, and McMaster and York Universities.

Despite these advantages, by the end of 1986 Lumonics found itself in a precarious competitive position. The company was still dwarfed by its two major U.S. competitors, Spectra-Physics and Coherent Inc., which were up to four times larger than their Canadian rival. Also, these companies had entered into strategic partnerships with financially powerful corporate backers, such as Ciba-Geigy and General Electric, to enhance their R&D, marketing, and product development capabilities in response to intensifying competition from major Japanese manufacturers.

Lumonics, meanwhile, had been unable to garner corporate alliances of comparable scale and was forced to invest a minimum of $5 million in R&D annually simply to maintain the company's existing product line and sales volume. Since new product development activities required investments in R&D over and above this base level, Lumonics was forced to "bet the company" every time it attempted to develop a new product or process. The company's major competitors could readily afford to sustain large investments in R&D, even during periods of faltering sales and fierce competition, because of the support they received from corporate backers and the U.S. government. Lumonics could not follow suit.

After three successive years of financial losses (1986-88) — largely attributable to intense competition in the North American market and to heavy expenditures on R&D — Lumonics finally signed an agreement with Sumitomo Heavy Industries of Japan. Sumitomo agreed to purchase all of the company's outstanding shares for $83.7 million. In approving the takeover, the federal government obtained the agreement of Sumitomo to provide financial support for R&D in Canada — guaranteed to be at least 10% of sales — as well as to support marketing activities. Lumonics has become the only North American laser manufacturer in its field to crack the Japanese market.

Although Sumitomo had no previous experience in laser production, it was prepared to offer Lumonics the one element that Lumonics had been unable to acquire in Canada: access to large pools of patient risk capital that Sumitomo was willing to commit to the laser business on a long-term basis. This was the critical ingredient that Lumonics needed to ensure its survival.

Computer Services and Software

The Canadian computer services and software industry is one of the fastest-growing segments of the economy, with sales of approximately $4.6 billion in 1988. Reliable trade figures for the industry are difficult to obtain.

The competitive dynamics of this industry have shifted in recent years from innovative capability alone toward product differentiation, scale in marketing, distribution, and R&D activities. Yet it remains a highly entrepreneurial industry, typically populated by inspired individuals. Start-up firms usually market their initial products in both domestic and foreign markets. By the time firms have achieved annual sales of about $2 million, they are generally experienced exporters of software or services in competitive North American market niches and sometimes overseas.

Success in this strategy requires a clear understanding of relevant market niches, a highly visible local presence in major markets, and strong on-the-ground marketing, distribution and service networks. These are costly to establish and maintain. Most Canadian vendors of software and computer services lack the financial resources and "critical mass" required to realize this option.

The difficulty is compounded by the widespread inability of the industry to secure adequate debt or equity financing from financial or other institutions in order to fund needed investments in R&D and international marketing. The small, recently established firms that make up the industry are frequently short of financial management and marketing expertise. With limited capital and an asset base that typically consists almost entirely of intellectual property — which lenders are usually unwilling to accept as collateral — the typical Canadian software company is cut off from traditional bank financing and venture capital. While access to conventional financing is therefore a constraint on growth, there are ways to fund working capital needs (sometimes by selling, or "factoring," accounts receivable to specialized financial intermediaries).

Probably more basic than the financing issue is the challenge to penetrate export markets in a significant way. Some Canadian software houses have been very successful in this regard — the Toronto-based computer graphics firm, Alias, for example — proving that the task can be accomplished with the right combination of marketing and technology.

The growth prospects of the sector are perhaps most fundamentally threatened by an alarming decline in the rate of new graduates in the computer field. University enrolments in the relevant subjects are estimated to have declined 30% since 1983. Given that the industry is built almost entirely on intellectual capital, this will be a devastating trend if it persists.

Conclusions

It is apparent, even from this limited sample of industry reviews, that competitive circumstances and challenges vary widely from industry to industry. Perhaps the most fundamental, common problem is the chronic shortage of highly skilled employees. This shortage threatens to become even tougher in light of declining enrolments in fields of technical education in Canada, combined with increased global competition for engineering and other technical skills. Despite the diversity of issues facing Canada's various industrial sectors, there is a pattern that suggests that these industries fall in a number of generic categories.

The mature industries, such as pulp and paper, risk being caught in a "commodity trap." In a sense, the chemical industry and the domestic auto parts sector also fall into this category because these firms have typically failed to develop an innovation culture. They have not invested sufficiently in the R&D needed to keep up with their peers in other industrialized countries — countries where there has been much greater recognition of the need to move up the value-added chain while shifting standard products and processes to low-wage countries. Mature Canadian firms have typically failed to follow suit. Consequently, a number of large industries in this category face bleak long-term prospects unless they succeed in transforming themselves radically and rapidly.

A second category, represented by a substantial segment of the Canadian chemical industry and many consumer-goods producers, is comprised of firms that have remained truncated as a consequence of foreign ownership and branch plant status. Very few have been granted world product mandates. They have not developed skills in product and process innovation, nor in international marketing. Most are unlikely to survive global competition unless their transnational parents provide them with export mandates.

The third category, which includes the aerospace, telecommunications and nuclear industries, comprises mature firms with proven technological capability. A major challenge facing these firms is that they depend on very large contracts in markets where government subsidies and procurement preferences are virtually essential. Companies based in small countries like Canada are particularly challenged to overcome both political favouritism in export markets and the highly competitive export financing packages offered by many industrialized countries. Firms in this category cannot hope to survive without supportive and focussed government policies.

The final category comprises newer, technology-intensive industries such as lasers and computer software. These firms, the vast majority of which are in the embryonic or juvenile stage of development, typically have world-class technological capability and excellent R&D propensity. Invariably, their principal challenge is to acquire sufficient financial backing to support growth to an internationally competitive scale. This has proven to be particularly difficult in Canada because the domestic venture capital market is weak; institutional investors and financial institutions shun immature businesses with few tangible assets; and very large established corporations, e.g. the resource-based conglomerates, have exhibited little willingness to provide heavy support for technology-based enterprises.

The foregoing synopsis reveals a Canadian dilemma that contains both a problem and an opportunity. Canada has a number of high-potential, technology-based companies in sectors that have excellent long-term growth prospects. But these companies usually lack sophisticated financial management and marketing expertise. They are also unable to attract sufficient capital to nurture them past the threshold where they could become major exporters themselves, or strong suppliers to exporting companies. Meanwhile, Canada has many capital-rich companies — typically based directly or indirectly on the resource sector — that possess abundant financial and marketing skills but that lack a "technological outlook" and have consequently failed to aggressively move their product lines up the value-added chain.

In other industrialized countries, large established companies are more prepared than their Canadian counterparts to adopt an innovation culture based on scientific technology. This is enabling such firms to maintain their own commercial vitality while also predisposing them to invest in young, technically precocious firms in high-growth sectors. They have been willing to exploit the natural complementarity between mature capital-rich firms and juvenile capital-poor firms; and established corporate skills (e.g. financing and marketing) in the mature firms and technological vigour in the young ones. The challenge, and the opportunity, facing Canadian industry is to exploit this natural complementarity and thereby provide the means by which our industrial structure can be continuously transformed and modernized.

Summation

This report defined science and technology as the set of skills and activities that are linked, through innovation, to increased productivity, and which thus underpin economic development in advanced societies. The report has documented the widening gap between the technological fitness of Canadian industry and that of our industrial country competitors. The extent and seriousness of this gap must become widely understood so that governments, and Canadians generally, will act with commitment and urgency to change course.

The report has provided a diagnosis, still incomplete, but clear enough to demonstrate the need for a decisive change of course to reverse the erosion of the base of Canada's economic prosperity. The challenge must be met primarily by Canadians as individuals, and particularly by firms in sectors exposed to global competition. There is nevertheless an essential role for government to establish the most favourable possible conditions to encourage innovation and productivity. First, government must provide leadership and a sense of direction.

It is not easy to identify a set of practical and effective policy measures to address the pervasive problem described in this report. The present circumstances facing Canadian industry were long in gestation and have roots deep in our national psyche. Much of the problem is attitudinal and therefore resists conventional policy remedies. There are no quick or easy answers. Furthermore, there is no consensus among business people, scholars and policymakers — either here or abroad — as to the most effective way to proceed. The policy debate has been dominated by doctrinaire positions polarized between the disciples of the free market on one side and of aggressive government intervention on the other. Almost certainly, the whole truth lies somewhere in between.

Although the issues have been studied over the years in extraordinary breadth and depth, the evidence remains ambiguous. There are very few generalizations that survive transplantation from one nation to another. The effectiveness of any set of policies evidently depends on the particular historical, cultural and institutional context.[24] Nevertheless, there are at least three directions that Canadians can take with considerable confidence.

I. Policies that mobilize science and technology to promote innovation and increase productivity must move forward on several fronts simultaneously. The most important of these are:

- **Framework policies** that encourage the application of S&T, including regulatory policies that encourage, rather than impede, innovation; policies that promote national savings and thus reduce the cost of capital; policies that promote competition; and policies that facilitate adjustment;
- **Human resources policies** addressing the full spectrum of training and education with emphasis on inspiring more young people to pursue technical careers; providing much greater management and employee training; and developing in individuals the flexibility to adapt to continuous technological change; and
- **Policies to promote the development, acquisition and diffusion** of technology and state-of-the-art industrial practices.

---

24 It is essential, nonetheless, to be aware of the approaches to the competitiveness challenge taken by other nations. A great deal of background information in this regard was assembled for the Committee by the consulting firm, SECOR Inc.

II. Canada's circumstances suggest that the most urgent S&T challenges for the private sector, with the cooperation of government, are to:

- Employ science-based innovation and technology more effectively to increase the value-added in Canada's resource industries and in the mature manufacturing sector;
- Make Canada a more attractive location for the performance of R&D by Canadian and foreign-owned companies; and
- Create a climate that encourages the birth, growth and maturation of technologically sophisticated firms in high-potential sectors.

III. To ensure that policies in the forgoing areas are most effective, governments must engage in continuous consultation with the private sector to develop a shared understanding of the best ways in which science-based technology can be applied in particular sectors and sub-sectors to foster innovation and increased productivity.

Conclusion

The need for a fundamental change of course in Canada is clear. The approximate compass bearing for the new course can already be set — Canadians must become much more adept in applying science and technology to create a continuous flow of innovation and productivity growth. But the precise bearing to take is less clear. Finding it will probably require countless incremental steps — a process of trial, error and evaluation. But a determination to change course must be affirmed now. **It is therefore essential that the government accord the highest priority to the matters raised in this report.** By this act alone, a powerful creative force will emerge that will give rise to a wealth of constructive ideas. It will be a long journey, but it must begin with this first step.

CANADA

Rapport du
Conseil consultatif national
des sciences et de la technologie

SCIENCES ET TECHNOLOGIE, INNOVATION ET PROSPÉRITÉ NATIONALE : LE VIRAGE NÉCESSAIRE

Présenté au
Premier ministre du Canada
Avril 1991

CANADA

National Advisory Board on Science and Technology

Conseil consultatif national des sciences et de la technologie

le 2 avril 1991

Le très honorable Brian Mulroney
Premier ministre du Canada
Chambre des communes
Pièce 309-S
Ottawa (Ontario)
K1A 0A6

Monsieur le Premier ministre,

J'ai l'honneur de vous présenter, au nom du CCNST, le rapport du Comité des priorités nationales en sciences et technologie intitulé *Sciences et technologie, innovation et prospérité nationale: le virage nécessaire*.

Ce rapport est une analyse diagnostique de l'interrelation entre sciences et technologie, innovation et compétitivité au Canada. On y retrouve la problématique de base qui est à l'origine d'une grande partie du travail du Conseil consultatif depuis sa création. Le rapport précise ainsi le contexte dans lequel s'inscrivent les recommandations plus spécifiques du CCNST concernant la compétitivité internationale.

L'objectif était de décrire et de documenter l'écart technologique croissant entre l'industrie canadienne et celle des pays concurrents. Il importe de susciter une vaste prise de conscience à cet égard afin que les pouvoirs publics, et les Canadiens en général, entreprennent rapidement et résolument de changer de cap. Aussi, croyons-nous que ce rapport devrait être largement diffusé, soit en entier ou sous forme abrégée.

Bien qu'il n'incombait pas aux auteurs de formuler des recommandations spécifiques quant aux politiques gouvernementales, une conclusion fondamentale s'impose: les Canadiens ne pourront pas faire face à la concurrence internationale, et leur niveau de vie relatif baissera en conséquence, s'ils n'apprennent pas à exploiter beaucoup mieux la technologie à base scientifique afin de stimuler continuellement l'innovation

...2

240 Sparks Street
8th Floor West

240, rue Sparks
8e étage ouest

Ottawa, Canada K1A 0H5

et la productivité. Il n'y a pas d'enjeu plus important pour le Canada. Si notre économie continue de faiblir, toutes les tensions fiscales, sociales et politiques de la fédération deviendront ingérables. Nous exhortons par conséquent le gouvernement du Canada à accorder la plus haute priorité aux questions mises en lumière par le présent rapport.

Veuillez agréer, Monsieur le Premier ministre, l'expression de mes sentiments respectueux.

Le président du Comité
des priorités nationales
en sciences et technologie,

Peter J. Nicholson

Les opinions exprimées dans ce document sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les opinions ou les politiques du gouvernement du Canada.

Les membres du Comité des priorités nationales en S-T

Peter J. Nicholson (Président)
Premier vice-président et
adjoint exécutif du
président du conseil
La Banque de la Nouvelle-Écosse
Toronto

Patricia Baird
Présidente
Commission royale d'enquête
sur les techniques de
reproduction
Vancouver

Gordon Baskerville
Doyen
Faculté de foresterie
Université du
Nouveau-Brunswick
Fredericton

François Duchesneau
Professeur et directeur
Département de philosophie
Université de Montréal
Montréal

Robert O. Fournier
Vice-président associé
(recherche)
Université Dalhousie
Halifax

William G. Hutchison
Associé
Ernst and Young
Toronto

Léonard LeBlanc
Professeur, Départements de
mathématiques, de physique
et de sciences informatiques
Université de Moncton
Moncton

John MacDonald
Président
MacDonald Dettwiler and
Associates Ltd.
Richmond

Arthur W. May
Président et Vice-chancelier
Memorial University of Newfoundland
St. John's

J. Fraser Mustard
Président
Institut canadien des
recherches avancées
Toronto

Pierre O. Perron
Président
Conseil national de recherches
Canada
Ottawa

Robert Richardson
Montréal

Conseillère :

Lyse Morisset
Conseillère principale
Conseil consultatif national
des sciences et de la
technologie
Ottawa

Consultants :

Mark Murphy
Mark G. Murphy and
Company Limited
Kanata

Roger Miller
Dennis Senik
SECOR Inc.
Montréal

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire i

Introduction 1

Le débat politique contemporain 3

Les grandes lignes du rapport 4

La compétitivité canadienne : diagnostic 7

- Le commerce extérieur en perspective 8
- La productivité en perspective 11
- Les sources de la compétitivité 14
- La recherche et le développement en perspective 16
- Pourquoi le Canada fait-il si peu de R-D? 21
- Les ressources humaines en perspective 27
- Conclusion 29

La compétitivité : perspective sectorielle 31

- Les pâtes et papiers 31
- L'industrie chimique 33
- Les pièces automobiles 34
- L'industrie aérospatiale 35
- Les lasers 37
- Les logiciels et services informatiques 39
- Conclusions 40

Résumé 43

SOMMAIRE

Dans le présent rapport, on entend par sciences et technologie (S-T) l'ensemble des compétences et des activités liées par le biais de l'innovation à l'accroissement de la productivité, et sous-tendant de ce fait le développement des sociétés industrialisées avancées. Le rapport démontre l'importance du fossé qui est en train de se creuser, et rapidement, entre le dynamisme technologique de l'industrie canadienne et celui des industries nationales concurrentes. L'ampleur et la gravité de cet écart doivent être largement comprises afin que les pouvoirs publics, et les Canadiens en général, entreprennent rapidement et résolument de changer de cap.

L'analyse faite dans ce rapport peut se résumer comme suit :

- L'amélioration du niveau de vie matériel de toute société dépend, au bout du compte, de l'accroissement de la productivité. Or, dans les économies industrielles modernes, cet accroissement passe de plus en plus par l'innovation continue. Aujourd'hui, l'innovation et le progrès technique dépendent principalement de la mise en oeuvre systématique de technologies scientifiques dans tous les domaines de l'économie.

L'importance fondamentale de ce processus séquentiel constitue le thème central de ce rapport.

- Le Canada continue à dépendre fortement de l'exportation de ses richesses naturelles pour dégager les excédents commerciaux qui lui permettent d'acheter des produits technologiquement avancés et de payer les intérêts sur sa dette extérieure accumulée. En 1989, le Canada a dégagé un excédent de 30 milliards de dollars rien que sur sa production forestière et minière, mais a enregistré un déficit d'environ 22 milliards de dollars dans toutes les autres composantes de ses échanges de biens. En soi, cela n'a rien d'inquiétant, aussi longtemps que la croissance de la productivité dans notre secteur primaire suit à peu près celle de nos partenaires commerciaux et que le prix moyen des matières premières évolue au moins au même rythme que les prix de nos importations.

- Ce qui est alarmant, cependant, c'est la tendance à long terme du cours mondial des matières premières canadiennes. Au-delà des fortes fluctuations cycliques, le prix moyen, corrigé de l'inflation, des exportations canadiennes de produits de ressources naturelles est en déclin depuis au moins 15 ans.

- Le Canada ne doit pas, et d'ailleurs ne peut pas, renoncer à l'avantage dont il jouit sur le plan des ressources naturelles. Toutefois, face à la chute à long terme des prix réels dans ce secteur, les entreprises canadiennes doivent s'efforcer inlassablement d'améliorer leur efficacité et, en particulier, d'ajouter une bien plus grande valeur aux matières premières. Pour cela, le secteur privé devra, par un effort concerté, appliquer plus systématiquement les technologies à base scientifique afin d'accélérer l'innovation dans les procédés et les produits.

- Le secteur manufacturier canadien présente des signes de faiblesse dont les causes dépassent l'appréciation de notre monnaie et l'adaptation au libre-échange. Par exemple, le déficit croissant dans le domaine des pièces automobiles trahit un handicap relatif dont souffrent nombre de secteurs à forte concentration technologique. Ce désavantage risque de s'accentuer à mesure que les fabricants

automobiles exigeront de leurs principaux fournisseurs un raffinement technique et une capacité d'innovation accrus, et que les entreprises les plus consommatrices de main-d'oeuvre déménageront dans des pays à bas salaires.

- Le salaire industriel moyen au Canada, exprimé en monnaie américaine, dépasse de plus de 10 p. 100 celui des États-Unis. Bien que le taux de change élevé du dollar canadien soit la principale cause de la poussée la plus récente, il faut aussi reconnaître que les salaires industriels canadiens (mesurés en dollars canadiens) ont augmenté plus rapidement ces 10 dernières années que les salaires américains. Parallèlement, la croissance moyenne de la productivité de la main-d'oeuvre canadienne a été *la plus faible* des sept principaux pays industrialisés au cours de la période 1979-1989. L'écart entre la productivité des secteurs manufacturiers canadien et américain s'est donc élargi. C'est là que réside le problème le plus fondamental. Avec les autres facteurs notés plus haut, il en résulte que les coûts de revient des fabricants canadiens n'ont jamais été aussi peu compétitifs.

- Les Canadiens se sont peut-être assis sur leurs lauriers après avoir pris connaissance de récentes évaluations internationales qui nous placent parmi les pays les plus compétitifs du monde — au cinquième rang mondial en 1990, comparativement au quatrième en 1989. Ce classement nous permet de voir que le Canada continue à jouir de nombreux avantages, particulièrement sur le plan des richesses naturelles et des ressources humaines. Mais nous perdons du terrain. Dans l'évaluation faite en 1990 par le Forum économique mondial (une organisation basée en Suisse), le Canada n'arrive qu'au 15e rang parmi 23 pays industrialisés en ce qui concerne "l'ouverture vers l'extérieur" (ce qui reflète largement la concentration de nos échanges sur les États-Unis). Pour ce qui est de "l'ouverture sur l'avenir", nous ne sommes qu'en 16e place, du fait que les industries et entreprises de haute technologie et de forte croissance sont relativement peu nombreuses dans notre pays. Le message qui s'en dégage est que le Canada fait piètre figure, *et perd du terrain*, précisément à l'égard des facteurs de compétitivité qui importent le plus pour le succès futur des économies à hauts salaires dans une ère de concurrence de plus en plus planétaire.

- Les dirigeants patronaux et syndicaux du Canada semblent s'accorder pour considérer que les deux conditions les plus importantes de l'amélioration de la compétitivité canadienne sont : i) l'amélioration de la formation et de l'éducation; ii) l'intensification de la recherche et développement (R-D). Quelle est notre position à l'égard de ces conditions?

- Les dépenses de formation en entreprise au Canada figurent parmi les plus faibles du monde industrialisé. Le travailleur moyen ne reçoit qu'environ sept heures de formation par an au Canada, contre 200 heures au Japon et 170 heures en Suède. Bien que les pouvoirs publics canadiens dépensent 45 milliards de dollars par année pour l'enseignement public — l'un des niveaux les plus élevés au monde par rapport au PIB — les résultats sont déconcertants. Trente pour cent des élèves abandonnent l'école avant la fin du secondaire. À l'université, les inscriptions en sciences physiques, en mathématiques et en génie sont en baisse, de même que les inscriptions dans les cours de technologie appliquée. Pourtant, l'industrie est aux prises avec une grave pénurie de main-d'oeuvre spécialisée.

- L'effort de R-D d'un pays se mesure principalement au moyen du taux "DBRD" (dépenses brutes en recherche et développement) — le rapport entre nos dépenses brutes en recherche et développement et le produit intérieur brut (PIB). Selon des données internationales récentes sur les taux DBRD, le Canada figure au 17e rang parmi les 23 pays industrialisés de l'OCDE. Par exemple, nos dépenses relatives sont bien inférieures à celles de la Norvège, un petit pays fortement axé, lui aussi, sur les richesses naturelles.

- Plus inquiétant encore que la faiblesse de nos dépenses de recherche et développement est le fait que notre taux DBRD *a reculé*, tombant de 1,4 p. 100 du PIB en 1986 à 1,3 p. 100 en 1989. Certes, les dépenses intérieures en R-D ne sont pas un indicateur infaillible de santé technologique. En fait, l'industrie canadienne bénéficie énormément de la R-D étrangère incorporée dans la technologie importée. Il est néanmoins alarmant que nos dépenses relatives en R-D diminuent au moment même où elles augmentent dans la plupart des pays industriels.

- Cette baisse est imputable en partie au secteur privé. Celui-ci réalise seulement quelque 55 p. 100 de l'effort total de R-D au Canada, ce qui est très faible par rapport aux autres pays industrialisés. (Cette faiblesse s'ajoute au problème du faible niveau d'ensemble de la R-D.) En outre, les choses vont en s'aggravant. En 1986, la R-D de l'industrie canadienne représentait 0,78 p. 100 du PIB. En 1989, ce chiffre était tombé à 0,73 p. 100, soit moins de la moitié de ce qu'il est dans la plupart des pays développés.

- La contre-performance canadienne en R-D reflète deux facteurs de poids à peu près égal : une structure industrielle largement axée sur des industries qui font peu de R-D où qu'elles soient dans le monde (p. ex. l'extraction et la semi-transformation de ressources naturelles); et le fait que les entreprises canadiennes, sauf quelques exceptions notables, font moins de R-D que les entreprises d'*industries similaires* dans d'autres pays hautement développés.

- Dans les industries canadiennes productrices de biens, environ la moitié des dépenses privées de R-D est attribuable à des firmes qui comptent pour moins de 5 p. 100 du total des ventes. Ces entreprises à forte concentration technologique ont considérablement accru leurs dépenses de R-D en proportion de leur chiffre d'affaires, mais elles sont minoritaires. Surtout, la structure industrielle canadienne n'a guère évolué au cours des 20 dernières années : la proportion de la valeur ajoutée dans les industries manufacturières à forte concentration technologique n'a que légèrement augmenté, passant seulement de 30 p. 100 en 1969 à 32 p. 100 en 1985, selon une source. Ces chiffres sont à comparer avec une hausse de 40 à 60 p. 100 au Japon et de 44 à 47 p. 100 aux États-Unis au cours de la même période.

- La structure industrielle du Canada n'explique pas tout. Un facteur de poids égal est le fait que, à l'*intérieur* de maints secteurs industriels, les entreprises implantées au Canada dépensent nettement moins pour la recherche et développement que leurs concurrents étrangers. (Les sociétés à contrôle canadien tendent à se rapprocher davantage de la moyenne internationale que les sociétés à contrôle étranger, sauf lorsque ces dernières ont des mandats mondiaux de produits.) Par exemple, l'effort de R-D dans l'industrie automobile canadienne mesuré en pourcentage du chiffre d'affaires, ne représente qu'un dixième du taux de l'industrie automobile mondiale. On relève des écarts semblables dans

d'autres secteurs, alors que dans quelques-uns — notamment l'industrie aérospatiale — la performance canadienne rejoint au moins celle des pays industrialisés. Beaucoup d'indices portent à croire que le problème est lié au statut de filiales de nombreuses entreprises canadiennes. D'autres facteurs encore sont sans doute à l'oeuvre, tel le coût relativement élevé du capital et la pénurie de personnel technique qualifié. Ces aspects de la question méritent un examen plus poussé.

- Bien que le Canada doive s'en remettre principalement à la R-D effectuée ailleurs, c'est-à-dire acquise directement ou indirectement par les entreprises, il importe d'accroître l'effort national de R-D parce que : 1) il faut créer les emplois de haute qualité qui inciteront davantage de jeunes Canadiens à se lancer dans des carrières techniques; et 2) en l'absence d'une base nationale de R-D solide, de nombreuses firmes manqueront du savoir-faire et de la culture d'entreprise nécessaires à l'incorporation de la technologie et des méthodes d'avant-garde et à l'intégration continue des innovations.

- Le rapport passe en revue six secteurs industriels — pâtes et papiers, chimie, pièces automobiles, aérospatiale, lasers, services informatiques et logiciels — afin d'illustrer la diversité des conditions de concurrence de l'industrie canadienne. La pénurie chronique de personnel spécialisé est commune à tous, et la situation risque de se détériorer : de moins en moins de jeunes Canadiens suivent des études techniques, alors qu'on s'arrache de plus en plus dans le monde les scientifiques, les ingénieurs et autres professionnels apparentés. Nous pourrions assister à une "fuite des cerveaux" vers les États-Unis, ce pays s'efforçant d'attirer les meilleurs éléments canadiens au moyen d'offres alléchantes.

- On peut répartir les industries canadiennes productrices de biens en quatre grandes catégories, aux fins de l'évaluation de leurs besoins futurs et de leurs perspectives.

  (i) Il y a le groupe des industries d'implantation ancienne, compétitives à l'échelle mondiale — pâtes et papiers, extraction minière, pièces automobiles — qui risquent de se trouver prises au piège de la production de faible valeur. Le défi de ces entreprises, aujourd'hui, c'est d'acquérir la capacité d'ajouter beaucoup plus de valeur aux matières premières ou, dans le cas des fabricants de pièces automobiles, d'innover sur le plan des techniques et de la conception.

  (ii) Le deuxième groupe comprend les entreprises qui ont été limitées du fait de leur statut de filiales de multinationales. Elles sont nombreuses dans le secteur de la chimie, du matériel électrique et des biens de consommation. Elles doivent maintenant exporter pour survivre et donc occuper des créneaux où elles seront mondialement compétitives et s'adapter rapidement au libre-échange.

  (iii) La troisième catégorie — qui comprend de nombreuses grandes firmes dans l'aérospatiale, les télécommunications et l'énergie nucléaire — sont les entreprises compétitives au niveau international, technologiquement avancées, qui dépendent dans une large mesure des commandes de l'État ou d'autres très gros clients. Nombre d'entre elles ne pourront survivre au Canada sans un soutien gouvernemental — un crédit à l'exportation à des conditions concurrentielles et un cadre réglementaire et de R-D très favorable.

(iv) Enfin, il y a le secteur de la haute technologie, fait d'entreprises relativement petites à la fine pointe de l'innovation telles que les lasers, l'informatique et la biotechnologie. Ces sociétés ont besoin d'un approvisionnement régulier de techniciens hautement qualifiés, mais aussi d'appuis financiers suffisants et de compétences administratives et commerciales capables d'opérer la transition difficile entre la phase de démarrage et l'accession au rang d'exportateurs mûrs et compétitifs. Il y a une complémentarité naturelle — beaucoup trop peu exploitée au Canada — entre le savoir-faire et les besoins de ces entreprises et ceux des grandes compagnies établies de longue date. Ces dernières ont les ressources financières et les capacités de gestion, tandis que les premières possèdent la vitalité technologique. Dans l'ensemble, les entreprises canadiennes bien établies n'ont pas noué, avec des firmes de haute technologie plus petites, les liens qui auraient favorisé le développement de ces dernières et permis de réorienter la structure industrielle du pays vers les activités à forte croissance du siècle prochain.

- Le rapport établit un diagnostic, encore incomplet, mais qui suffit à mettre en évidence la nécessité d'un changement de cap décisif pour inverser le phénomène d'érosion qui sape les fondements de la prospérité économique canadienne. C'est aux Canadiens individuellement, et surtout aux entreprises exposées à la concurrence mondiale, qu'il appartient au premier chef de relever ce défi. Le rôle essentiel des pouvoirs publics est d'instaurer les conditions les plus favorables à l'innovation et à la productivité. Mais ils doivent d'abord faire preuve de leadership et montrer la voie.

- Il n'est pas facile de cerner un ensemble de mesures pratiques et efficaces susceptibles de résoudre le problème généralisé décrit dans ce rapport. Ce problème a longuement mûri et plonge de profondes racines dans notre inconscient collectif. Il n'y a pas de solution rapide ou facile. Mais, il existe au moins trois grandes orientations sur lesquelles les Canadiens peuvent miser avec une grande assurance.

  1. Les politiques visant à mettre les sciences et la technologie au service de l'innovation et de la productivité doivent avancer sur plusieurs fronts à la fois. Les plus importantes seraient :

     - **des politiques cadres** qui favorisent l'application de la S-T, notamment des politiques réglementaires propices à l'innovation qui encouragent l'épargne nationale afin de réduire le coût du capital et qui stimulent la concurrence et facilitent l'adaptation

     - **une politique des ressources humaines** couvrant la gamme complète des besoins de formation et d'éducation et visant particulièrement à intéresser les jeunes aux carrières techniques, à dispenser une formation plus poussée aux cadres et employés et à donner à tous la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux changements technologiques continus

     - enfin des politiques propres à promouvoir **le développement, l'acquisition et la diffusion** de la technologie et des pratiques industrielles de pointe.

2. Dans le contexte actuel, les défis de S-T les plus urgents que doit relever le secteur privé, avec l'aide du gouvernement, consistent à : employer plus efficacement l'innovation et la technologie à base scientifique dans le but d'accroître la valeur ajoutée dans les industries primaires et dans les entreprises manufacturières bien établies; faire du Canada un lieu beaucoup plus propice à la R-D aux yeux des entreprises canadiennes et multinationales; instaurer un climat favorable à la création, à l'expansion et à la maturation d'entreprises technologiquement avancées dans des secteurs à haut potentiel.

3. Pour optimiser l'efficacité des politiques précitées, les pouvoirs publics et l'industrie doivent se concerter de façon continue sur les meilleures façons d'appliquer la technologie à base scientifique dans des secteurs et sous-secteurs particuliers, de manière à stimuler l'innovation et la productivité.

- Il est clair que le Canada doit changer radicalement de cap. Les Canadiens doivent apprendre à exploiter beaucoup mieux les possibilités des sciences et de la technologie pour stimuler de manière continue l'innovation et la productivité. Le meilleur chemin à suivre ne sera sans doute découvert qu'à la suite d'innombrables pas, dans un processus graduel fait de tâtonnements et d'évaluations. Mais la volonté doit être affirmée dès aujourd'hui. **C'est pourquoi il est essentiel que le gouvernement accorde la plus haute priorité aux questions soulevées dans le présent rapport.**

SCIENCES ET TECHNOLOGIE, INNOVATION ET PROSPÉRITÉ NATIONALE :

Le virage nécessaire

Le but du présent rapport est de mettre en lumière l'importance du lien qui existe entre les sciences et la technologie, l'innovation, et la prospérité nationale.* La croissance de la productivité dans les sociétés hautement développées passe par la promotion de ce lien. Celui-ci est à la base de la compétitivité internationale et de la création continue d'emplois de haute qualité. Les faits présentés dans ce rapport démontrent la nécessité urgente de mesures de grande envergure destinées à permettre aux Canadiens de mieux exploiter les sciences et la technologie (la S-T) pour accroître le bien-être de tous. Un changement de cap fondamental s'impose.

Introduction

Dans un discours prononcé le 25 août 1989, le premier ministre Mulroney a décrit avec éloquence le thème du présent rapport :

> L'objectif est une économie capable de rivaliser avec les meilleures du monde, de créer de nouveaux emplois stimulants et d'ouvrir des perspectives nouvelles aux générations futures de Canadiens.[...] Les sciences et la technologie sont les clés d'une économie moderne compétitive. Il est évident que nos industries manufacturières et primaires traditionnelles ne nous garantiront plus une place de choix dans l'économie mondiale si nous ne les complétons pas par une technologie moderne.

Le présent rapport vise à mettre en lumière le rôle des sciences et la technologie dans la réalisation d'objectifs économiques, par leur effet sur l'innovation, la productivité et la compétitivité internationale. Certes, la technologie et particulièrement les sciences ont aussi d'autres fonctions vitales dans la société. Les sciences ont une grande valeur culturelle en soi, indépendamment de leurs retombées plus matérielles. Les sciences et la technologie contribuent aussi dans une mesure croissante à améliorer la qualité de la vie, grâce aux progrès de la médecine, de l'alimentation, des communications, de la protection de l'environnement — bref, dans pratiquement tous les aspects de l'activité humaine. Enfin, les sciences et la technologie apportent une contribution essentielle au gouvernement du pays, depuis la gestion des pêcheries jusqu'à la protection de la santé.

Aucun de ces rôles ne doit être négligé. Mais la grande priorité pour le Canada est de faire meilleur usage des sciences et de la technologie de façon à stimuler la productivité de l'économie. C'est là, au bout du compte, la seule façon de protéger et d'accroître la qualité de vie matérielle des Canadiens.

---

* Le rapport a été rédigé par un comité du Conseil consultatif national des sciences et de la technologie (CCNST) chargé à l'origine de fixer des priorités nationales en matière de sciences et de technologie. Au cours de ses travaux, il est apparu clairement qu'il fallait d'abord exposer les faits en vertu desquels une politique des sciences et de la technologie s'impose comme une priorité. Le rapport établit donc le contexte dans lequel s'inscrivent les avis du CCNST.

Il faut bien comprendre que les sciences et la technologie ne sont pas des fins en soi. Dans le contexte de ce rapport, elles sont des piliers du développement national. Et bien que les termes utilisés puissent faire croire à une démarche "pro-entreprise" — des termes comme compétitivité, productivité de la main-d'oeuvre et efficacité économique —, l'objectif véritable est l'amélioration du bien-être de tous les citoyens.

À l'évidence, la réalisation de cet objectif passe en bonne partie par une économie stable et prospère, qui assure aux Canadiens un travail satisfaisant et un revenu réel suffisant pour acheter, souvent à l'étranger, des biens et des services conformes à leurs exigences de qualité et de quantité.

Pour certains, cependant, la société technologique moderne est aliénante et la quête du progrès matériel — alimentée par la technologie et l'innovation scientifiques — conduit à la catastrophe écologique et à l'appauvrissement spirituel. S'il est indéniable que les sciences et la technologie ont parfois servi à satisfaire le côté sombre et avide de la nature humaine, il est à coup sûr excessif d'en conclure que la solution réside dans la renonciation à la technologie, même si cela était possible dans une société moderne.

De fait, il est indispensable de recourir, avec sagesse et humanité, aux sciences et à la technologie si l'on veut protéger et restaurer l'environnement, surmonter le fléau des maladies, mieux communiquer, rendre quantité de travaux moins dangereux et monotones — bref, si l'on veut remédier à un éventail croissant de problèmes humains. Et fondamentalement, il est essentiel de mieux appliquer les sciences et la technologie à l'activité économique si l'on veut engendrer des richesses suffisantes pour assurer une qualité de vie sociale, culturelle et matérielle qui réponde aux voeux de la vaste majorité des Canadiens.

La sage exploitation des sciences et de la technologie est par conséquent essentielle à la réussite sociale et économique. Aujourd'hui, la S-T revêt une importance sans précédent du fait que la connaissance humaine s'accumule de façon exponentielle et que la concurrence entre les sociétés en vue de mettre en valeur ce savoir devient la force motrice de la nouvelle économie mondiale.

Dans quelle mesure le Canada est-il préparé à affronter un monde où la réussite dépend de la capacité d'une nation à mobiliser son capital humain et financier pour appliquer la technologie à base scientifique au moindre aspect de la vie économique et sociale? Considérons les observations suivantes.

- Statistique Canada prévoit que dans le courant de la période 1986-2000, la proportion de la main-d'oeuvre canadienne ayant besoin d'une forte qualification — plus de 12 années de scolarité et de formation — passera de 45 p. 100 à plus de 64 p. 100. Malheureusement, la proportion de Canadiens suivant de telles études régresse.

- En 1987, une enquête de Southam a établi que 24 p. 100 des adultes canadiens étaient des illettrés fonctionnels. À l'intérieur de l'échantillonnage, 17 p. 100 des diplômés du secondaire étaient des illettrés fonctionnels, et 8 p. 100 des diplômés universitaires.

- Dans une enquête récente[1] sur les connaissances scientifiques des élèves du secondaire dans 17 pays, les Canadiens sont arrivés en queue de peloton : onzièmes en biologie, onzièmes en physique et douzièmes en chimie.

- Comparaison entre l'Ontario et le Japon (par 10 000 travailleurs) : le Japon possède 400 ingénieurs, contre 112 en Ontario; le Japon a trois comptables, contre 43 en Ontario; le Japon a un avocat, contre 39 en Ontario[2].

Au milieu de ces chiffres déconcertants, on tombe parfois en arrêt devant une réussite canadienne remarquable qui montre le champ du possible. Par exemple, le 3 février 1990, le magazine britannique *The Economist* rapportait ce qui suit :

> Un nouvel additif du carburant, appelé Carbonex, semble réduire de façon spectaculaire les émissions de particules et d'oxyde d'azote. Le Carbonex a été inventé par le professeur David Farrar de l'Université de Toronto et développé par Velino Ventures de Toronto. Les chercheurs ont constaté qu'il réduit de 43 p. 100 les émissions de particules des moteurs diesels et, qu'ajouté au charbon, il fait chuter de 25 p. 100 les émissions d'oxyde d'azote.

C'est là un exemple encourageant et stimulant et il est très loin d'être le seul. Malheureusement, le Canada n'en fournit pas assez. Faut-il s'en inquiéter?

Le débat politique contemporain

Le Canada a acquis l'un des niveaux de vie les plus élevés du monde, grâce surtout à l'exploitation de ses matières premières et malgré la faiblesse relative de son secteur manufacturier. On pourrait donc soutenir que le Canada continuera à prospérer malgré sa faible assise de S-T industrielle. Certains croient en effet que si la technologie est nécessaire pour mieux produire, les entrepreneurs l'achèteront en obéissant au seul impératif du profit. Selon cette thèse, une politique gouvernementale visant à promouvoir activement l'intégration des sciences et de la technologie à l'économie ne serait *pas* justifiée. Elle irait même à l'encontre du but souhaité si les bureaucrates prétendaient substituer leur jugement à celui des hommes d'affaires. Selon cette école de pensée, le fait qu'un certain nombre de pays étrangers dépassent aujourd'hui des chefs de file économiques comme les États-Unis et le Canada ne découlerait d'aucune faiblesse particulière de la politique gouvernementale ou de l'initiative privée en Amérique du Nord, mais simplement du principe de la "convergence"[3], en vertu duquel des économies ravagées par la guerre (au Japon, en Allemagne) et les pays en développement rattrapent celles des pays de tête.

---

1 L'association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire (IEA), *Science Achievement in Seventeen Countries*. A Preliminary Report. Oxford: Pergamon Press, 1988.

2 Conseil du premier ministre (Ontario), *Competing in the New Global Economy*, Vol I, 1988, p. 222

3 Il existe quantité de données, à l'échelle internationale, établissant une convergence à long terme de la productivité, au fur et à mesure que les retardataires adoptent la technologie des chefs de file. Mais cette tendance n'est nullement inéluctable et des divergences importantes peuvent persister, et s'amplifier, pendant des périodes relativement longues — voir, par exemple, "Increasing Returns and Long-Run Growth", P.M. Romer; *J. Political Economy*, Volume 94, nº 5, 1986, p. 1002-1037.

S'il n'y avait pas d'autres facteurs en jeu, on pourrait s'attendre à ce que les taux de productivité industrielle de tous les pays hautement développés convergent pour ensuite évoluer à peu près au même rythme. Or, le fait est que la productivité du Japon et d'autres pays technologiquement dynamiques a non seulement dépassé le niveau nord-américain, mais s'en éloigne de plus en plus. En réalité, la productivité industrielle canadienne n'a aucunement tendance à converger avec la moyenne des pays du groupe G-7[4] et se laisse au contraire distancer, même par les États-Unis.

De nombreux observateurs ont du mal à croire que la compétitivité internationale puisse être assurée purement par le jeu du libre marché agissant sur les avantages relatifs "naturels" d'un pays. Selon le mot du professeur Michael Porter, de l'Université Harvard : "La prospérité nationale se crée, elle ne s'hérite pas".[5] Le Canada n'a pas édifié une économie puissante au cours des 123 dernières années en faisant confiance *exclusivement* aux forces du marché. Notre pays a une longue expérience de la politique industrielle — dont certaines formes ont remporté beaucoup de succès en leur temps : d'abord les initiatives en matière de tarifs douaniers et de transport de John A. Macdonald; puis le recours aux sociétés d'État pour développer les transports et autres infrastructures; la fiscalité créative pour favoriser le secteur des ressources; l'approvisionnement préférentiel et les concessions monopolistiques pour construire des entreprises de service public puissantes ainsi que l'industrie des télécommunications.

Même si certains de ces outils ne seraient plus du tout appropriés aujourd'hui, il n'en est pas moins vrai que l'avantage concurrentiel peut être considérablement amplifié par une politique délibérée. Les détracteurs de la "politique industrielle" omettent généralement de distinguer entre les remèdes qui ont cessé d'être efficaces — et méritent donc la critique — et ceux, peut-être non encore inventés, qui sont nécessaires pour affronter le monde d'aujourd'hui, si radicalement différent et dynamique. Il s'agit aujourd'hui de forger de nouvelles politiques afin d'assurer que le Canada tire le meilleur parti possible des sciences et de la technologie afin d'édifier une économie et une société plus productives.

Les grandes lignes du rapport

Le Comité a conclu — sur la base des faits présentés dans les pages suivantes — que le Canada accuse un retard inacceptable quant à l'intégration des sciences et de la technologie à son économie. Il y a donc un fossé entre notre état actuel et celui que nous devons atteindre si nous voulons réaliser l'objectif du premier ministre cité plus haut. L'existence, ou du moins la largeur, de ce fossé n'est pas universellement admise dans les milieux gouvernementaux ou dans le secteur privé. Tant que ce fait ne sera pas admis, il n'y a guère d'espoir de réaliser le consensus nécessaire pour inscrire la S-T — et particulièrement en ce qu'elle se rapporte à l'innovation, à la valeur ajoutée et à la productivité — au coeur des programmes politiques nationaux. Aussi allons-nous, dans le prochain chapitre, présenter des données qui confirment les insuffisances canadiennes en matière de S-T et en dégager certaines conséquences. Cette analyse diagnostique repose principalement sur des données relatives à l'économie dans son ensemble.

---

4 Le Canada, la France, l'Allemagne, le Japon, l'Italie, le Royaume-Uni et les États-Unis.

5 "The Competitive Advantage of Nations"; *Havard Business Review*; mars/avril 1990; p. 73.

Un chapitre ultérieur résume plusieurs enjeux importants de S-T touchant un éventail représentatif de secteurs économiques — à savoir l'industrie aérospatiale, les lasers, les logiciels, les pièces automobiles, la chimie et les pâtes et papiers. Si les analyses sectorielles tendent à confirmer les implications des chiffres macro-économiques, elles font également apparaître les particularités de chaque secteur et montrent que, pour être efficace, la politique doit être adaptée à chacun d'eux. Les mesures appropriées, et leur ordre de priorités, ne peuvent être déterminées que par une concertation minutieuse et continue, comme celle qui existe actuellement entre le gouvernement fédéral et l'industrie des pièces automobiles.

Dans la dernière partie du rapport nous résumons les principales conséquences qui se dégagent du diagnostic et nous esquissons, pour conclure, quelques grands thèmes en vue de l'élaboration d'une politique des sciences et de technologie.

La compétitivité canadienne : diagnostic

On peut retenir, comme définition de la compétitivité, celle donnée par la Presidential Commission on Industrial Competitiveness (Commission présidentielle sur la compétitivité industrielle), aux États-Unis :

> La compétitivité est la capacité d'un pays, dans des conditions commerciales équitables, de produire des biens et des services de calibre international tout en préservant et en accroissant le revenu réel de ses habitants.

En ce sens, la compétitivité est inséparable, au bout du compte, de l'accroissement de la productivité — c'est-à-dire de la capacité à combiner plus *efficacement* toutes les ressources de notre économie, de manière à produire ce que désirent les Canadiens et nos partenaires commerciaux. Aujourd'hui, les gains de productivité passent de plus en plus souvent par l'innovation continue. Enfin, l'innovation et l'évolution technique dépendent dans une mesure rapidement croissante de l'application systématique de la technologie scientifique à toutes les activités économiques. L'importance fondamentale de ce processus, et des liens entre ses éléments, représente le thème central du présent rapport.

Pour reprendre les termes du premier ministre cités plus haut : "L'objectif est une économie capable de rivaliser avec les meilleures du monde. [...] nos industries manufacturières et extractives traditionnelles ne nous garantiront plus une place de choix dans l'économie mondiale si nous ne les complétons pas par une technologie moderne."

Nous voulons montrer dans ce chapitre qu'un écart important existe entre la performance et l'orientation actuelles de l'économie canadienne et l'objectif énoncé par le premier ministre. La preuve en est donnée par un certain nombre d'indicateurs qui comparent le Canada à d'autres pays hautement développés et font apparaître plusieurs tendances à long terme importantes sur le plan économique. Bien que la fiabilité de chaque indicateur soit limitée, il se dégage de leur juxtaposition un message incontournable : le cap actuel suivi par l'économie canadienne ne permet pas au pays de rivaliser avec les meilleurs du monde.

Les difficultés économiques du Canada ne sont évidemment pas dues exclusivement à sa faiblesse scientifique et technologique. On voit plutôt à l'oeuvre un ensemble complexe de causes et de conséquences interreliées qui prennent racine dans l'histoire, la culture et la structure institutionnelle. L'importance particulière des sciences et de la technologie tient au fait que les économies à hauts salaires ont été contraintes de faire appel de plus en plus à la création et à l'adaptation continues d'innovations fondées sur la S-T comme source principale d'avantages comparatifs. Les pays qui maîtrisent ce processus et ces techniques acquièrent ainsi une avance croissante dans la concurrence mondiale. L'expression "sciences et technologie" n'est peut-être pas la mieux choisie dans ce contexte, étant associée à l'image de chercheurs en blouse blanche absorbés dans des activités ésotériques. Il faut trouver un nouveau langage et de nouvelles images pour propager chez les Canadiens une conception beaucoup plus large de la S-T, soit l'ensemble des compétences et des outils qui forme le fer de lance de l'expansion économique continue dans les sociétés modernes.

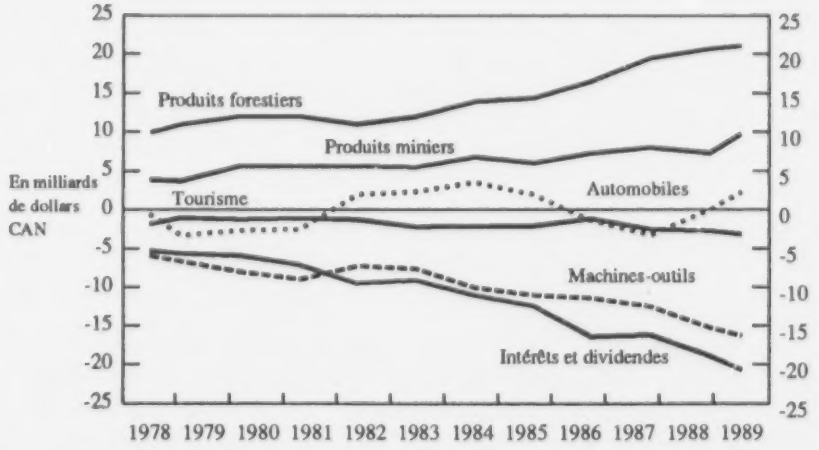
Le commerce extérieur en perspective

La compétitivité à l'exportation est vitale pour le Canada, non seulement parce que beaucoup d'emplois en dépendent (les exportations représentent de 20 à 25 p. 100 du PIB et plus du tiers de la production totale du secteur privé), mais surtout parce que seul un fort volume d'échanges internationaux permet aux Canadiens d'acquérir nombre des biens considérés comme allant de soi dans la vie moderne — avions à réaction, appareils électroniques de grande consommation, machines-outils modernes, appareillages médicaux et produits pharmaceutiques. Et s'il est possible de produire sur place certains articles importés, et c'est souvent le cas, la doctrine de l'avantage comparatif enseigne que l'ensemble des Canadiens se porteront mieux s'ils échangent ce qu'ils savent faire le mieux contre ce que les autres font mieux qu'eux.

Si les entreprises canadiennes ne tiennent pas le rythme de la productivité de nos partenaires commerciaux et si nous n'accroissons pas la valeur de nos exportations dans une mesure semblable, alors le pouvoir d'achat de nos exportations, mesuré selon la valeur des importations convoitées, diminuera. Les Canadiens s'appauvriront donc, du moins par rapport aux habitants des sociétés plus productives.

La figure 1, couvrant la période 1978-1989, montre l'évolution d'un certain nombre de composantes clés de la balance commerciale actuelle du Canada. Il fait ressortir que nous continuons à dépendre lourdement de nos exportations de richesses naturelles pour dégager

Figure 1. Balance commerciale – Principales composantes
(Base : Balance des paiements)



Source : Statistique Canada.

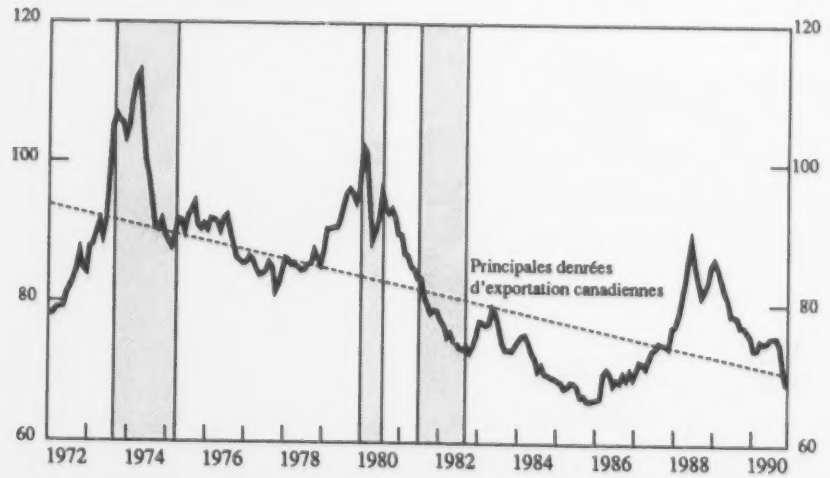
l'excédent commercial nécessaire à l'achat de produits technologiquement avancés et au service de notre dette extérieure accumulée. Rien que l'excédent réalisé sur les produits forestiers et miniers — soit près de 30 milliards de dollars en 1989 — contrebalance un déficit d'environ 22 milliards de dollars sur toutes les autres composantes du commerce des marchandises. Alors que les biens manufacturés représentent une proportion croissante des exportations canadiennes — près de 55 p. 100 en 1989 contre 40 p. 100 en 1980 — *l'excédent* commercial reste principalement attribuable, et de loin, aux ressources

naturelles. Cet excédent témoigne tout simplement du fait que l'avantage comparatif international du Canada continue à résider, comme toujours, dans l'exploitation des richesses naturelles. En soi cela n'a rien d'inquiétant, aussi longtemps que la croissance de la productivité dans le secteur canadien des ressources suit à peu près celle de nos partenaires commerciaux et que le prix moyen des matières premières évolue au moins au même rythme que le prix des importations souhaitées.

Certains voient d'un bon oeil le déficit commercial croissant dans le secteur des machines-outils puisqu'il représente l'acquisition d'une technologie avancée par les entreprises canadiennes, laquelle se traduira par une croissance plus forte et de meilleurs résultats à l'exportation. Il y a une grande part de vérité dans cette observation. Il n'en reste pas moins que le Canada continue à dépendre dans une mesure extraordinaire de ses richesses naturelles — auxquelles nous n'ajoutons guère de valeur — pour dégager les devises nécessaires à l'acquisition de technologies.

L'optimisme repose ainsi sur la supposition que les richesses naturelles continueront à rapporter les excédents commerciaux requis. La figure 2 montre que le prix réel — c'est-à-dire corrigé de l'inflation — des produits d'exportation canadiens suit une courbe graduellement descendante depuis au moins 15 ans. (L'indice des prix est pondéré, le prix moyen de 1974 formant la base 100.) Bien que les conséquences cycliques des récessions aient provoqué de fortes fluctuations, la tendance descendante à long terme apparaît clairement.

Figure 2. Indice des prix des denrées
(corrigés de l'inflation)
Indice: 1974=100



Les zones en grisaille correspondent aux périodes de récession aux États-Unis.
Source : Indice des prix des denrées, La Banque de la Nouvelle-Écosse.

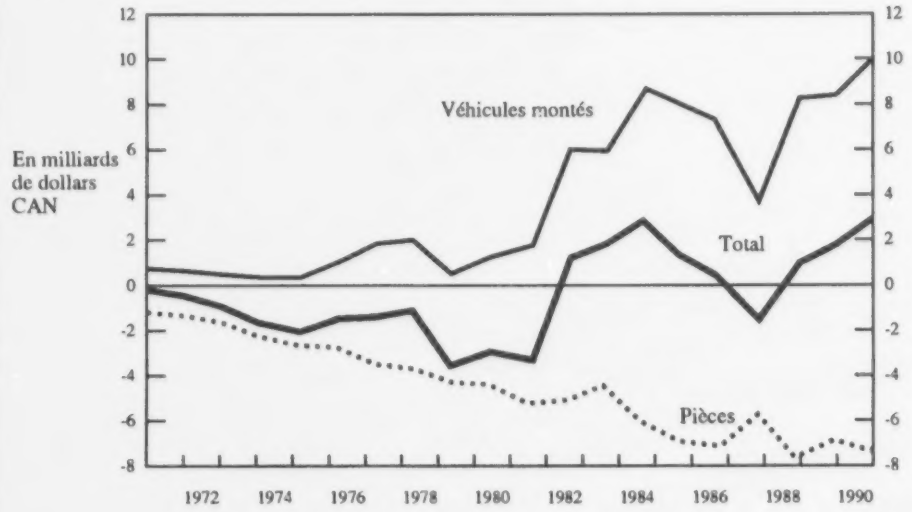
L'érosion des prix est due essentiellement à l'apparition de nouvelles sources d'approvisionnement (principalement dans les pays en développement) et à l'invention d'un certain nombre de produits et de matériaux de substitution résultant de l'application de la technologie à base scientifique. À l'échelle mondiale, la consommation de matières premières en proportion de la production totale régresse régulièrement. Avec la reprise de

l'investissement dans les pays en développement d'Asie et d'Amérique latine et les progrès réalisés dans la science des matériaux, il est probable que la chute des cours mondiaux des matières premières se poursuivra et ira même en s'accélérant.

Le Canada devra néanmoins continuer à vivre largement de ses richesses naturelles dans l'avenir prévisible. Face au déclin à long terme du prix réel de la plupart de ses ressources et à l'épuisement de la plupart de ses sources les moins chères, les seules réactions possibles — sauf à accepter un recul du niveau de vie — sont : a) d'ajouter une plus grande valeur aux produits bruts; b) d'améliorer le rendement de l'exploitation des richesses naturelles; c) de diversifier vigoureusement l'économie vers la production de biens et de services à plus grande marge bénéficiaire. Il faut agir sur les trois fronts à la fois et tous exigent un effort concerté d'application des sciences et de la technologie.

L'industrie automobile est au coeur du secteur manufacturier canadien et a été au cours des dix dernières années la source d'une bonne part de la croissance des exportations de produits manufacturés. En 1989, les véhicules assemblés et les pièces automobiles ont rapporté à l'exportation 34,7 milliards de dollars, soit près de 25 p. 100 des exportations canadiennes totales.[6] La figure 3 montre que la balance nette des échanges automobiles est composée d'un excédent sur les véhicules assemblés (8,7 milliards de dollars en 1989) et d'un déficit persistant et croissant sur les pièces (6,0 milliards en 1989).

Figure 3. Balances commerciales automobiles Canada-Monde



Les chiffres de 1990 sont extrapolés à partir des sept premiers mois.
Source : Statistique Canada

Le montage de véhicules dépend presque exclusivement de technologies importées sous forme de chaînes de montage, lesquelles se trouvent être situées au Canada mais n'ont pas de rapport intrinsèque à l'assise technologique propre du Canada. Au contraire, l'industrie des pièces se compose d'un très grand nombre de fabricants petits et moyens qui constituent notre "base" autochtone en termes de capacité. Le déficit persistant et croissant dans

6 Les statistiques commerciales citées dans le rapport sont extraites de la *Revue de la Banque du Canada*, septembre 1990, sauf indication contraire.

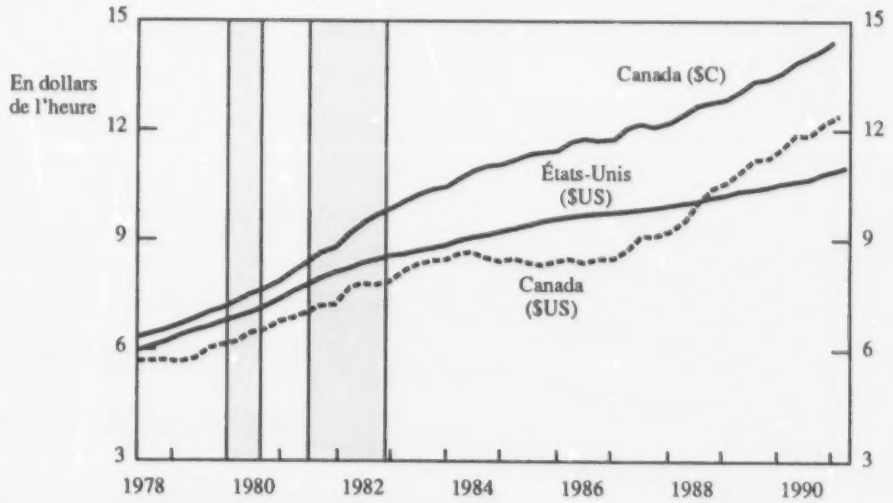
ce secteur est un signe inquiétant de la faiblesse relative de la capacité industrielle indigène canadienne. L'effet de ce désavantage comparatif risque de s'amplifier encore à mesure que les constructeurs automobiles exigent de leurs principaux fournisseurs de pièces un plus grand raffinement technique et des conceptions plus novatrices, et que les activités les plus consommatrices de main-d'oeuvre sont transférées dans des pays à bas salaires.

La productivité en perspective

L'indicateur le plus important de la compétitivité internationale, particulièrement dans le secteur manufacturier, c'est le coût unitaire de la main-d'oeuvre.[7] Celui-ci se définit comme le salaire moyen (généralement exprimé en dollars US afin de faciliter la comparaison internationale) divisé par la production physique par unité de temps. Par exemple, dans la sidérurgie, ce pourrait être le salaire horaire moyen de l'usine divisé par le nombre de tonnes d'acier produit à l'heure. Les diagrammes suivants indiquent l'évolution du coût unitaire de la main-d'oeuvre canadienne dans le temps, par comparaison avec d'autres pays hautement développés.

La figure 4 montre que le rythme de hausse du salaire industriel moyen au Canada (la courbe supérieure) dépasse le taux américain comparable (la ligne du milieu) depuis 1981.

Figure 4. Salaires horaires — Fabrication



Les zones en grisaille correspondent aux périodes de récession aux États-Unis
Source : Statistique Canada et le U.S. Bureau of Labour Statistics

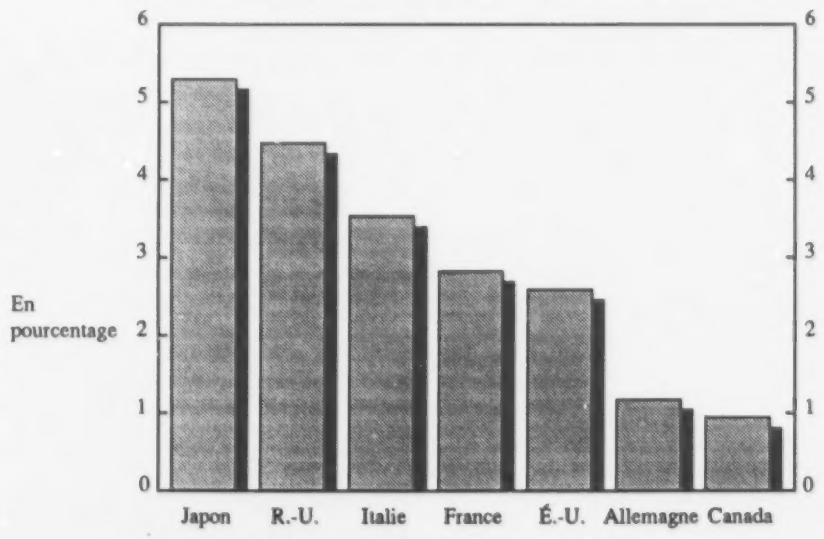
7 Le secteur tertiaire fournit aujourd'hui la plus grande partie du produit national et représente près de 75 p. 100 des emplois du Canada. Mais les données de productivité et de coût de maints services sont peu fiables ou tout simplement inexistantes. Par conséquent, dans ce rapport, la plus grande partie des statistiques, de même que les analyses qui en dérivent, concernent les activités productrices de biens. Il convient toutefois de souligner qu'un nombre croissant de services — tels que le conseil , les services bancaires, le marketing, la publicité — font l'object d'échanges extérieurs et sont donc directement exposés à la concurrence internationale. Dans tous les cas, la maîtrise de la technologie et de l'innovation sont des facteurs de succès d'importance croissante.

Pendant quelque temps, l'écart entre les deux rythmes de croissance salariale a été plus que compensé par la dépréciation du dollar canadien, lequel est tombé jusqu'à près de 70 cents US en 1986. (Certes, cela n'allait pas sans inconvénients puisque la plupart des importations coûtaient d'autant plus cher.) Depuis 1986, la monnaie canadienne a gagné plus de 20 p. 100 en valeur, amplifiant ainsi l'effet de la hausse relativement rapide (en monnaie canadienne) des salaires dans notre pays. Le salaire industriel moyen, en dollars US, est maintenant chez nous supérieur de plus de 10 p. 100 au chiffre américain. La disparité croissante du coût de la main-d'œuvre a été exacerbée par la faible augmentation de la productivité au Canada.

La figure 5 montre que l'augmentation de la productivité industrielle canadienne a été considérablement plus lente que celle de tous les autres membres du Groupe G-7 au cours des dix dernières années. Le niveau absolu de la productivité de la main-d'oeuvre canadienne a toujours été inférieur à celui des États-Unis dans la plupart des industries manufacturières. La stagnation canadienne à cet égard signifie que le fossé va grandissant.[8] La productivité japonaise dans de nombreux secteurs a rattrapé entre-temps celle des États-Unis et prend de l'avance. Le phénomène de convergence prévu par la théorie classique de la croissance ne se manifeste pas.

Figure 5. Tendances de la productivité de la main-d'œuvre industrielle (1979-1989)

(taux annuel moyen d'évolution de la production par heure de travail)



Source : *News*, U.S. Bureau of Labour Statistics, le 27 juillet 1990.

Lorsqu'on superpose les tendances des figures 4 et 5, on voit que l'évolution du coût unitaire de la main-d'oeuvre canadienne (en dollars US) contraste fortement avec la performance de nos principaux concurrents industriels. La figure 6 indique que le coût unitaire dans l'industrie manufacturière a grimpé de 10,4 p. 100 en 1989, soit beaucoup

8 La faible productivité de la main-d'œuvre n'est pas un signe de laisser-aller ou de paresse. Cette productivité dépend d'un grand nombre de facteurs, parmi lesquels la gestion et, particulièrement, la technologie tendent à prédominer.

plus que dans n'importe quel autre pays du Groupe G-7. L'année 1989 n'était pas non plus exceptionnelle à cet égard. Entre 1986 et 1989, le coût unitaire de la main-d'oeuvre industrielle a augmenté de 31,6 p. 100 au Canada, comparé à 2,4 p. 100 seulement aux États-Unis. Près de 60 p. 100 de la détérioration de la position canadienne est attribuable à l'appréciation de la monnaie. Le reste est dû principalement à la hausse plus rapide des salaires chez nous, conjuguée à une croissance plus faible de la productivité de la main-d'oeuvre.[9]

Ces tendances défavorables n'auraient pu intervenir à un pire moment vu la nécessité pour notre pays de s'adapter rapidement aux perspectives et aux risques engendrés par l'Accord de libre-échange canado-américain. Le fait que le Canada n'offre pas un milieu attrayant pour l'investissement industriel va à l'encontre des objectifs fondamentaux de l'Accord et nous fait courir le risque d'une désindustrialisation accélérée.

Figure 6. Hausse en pourcentage du coût unitaire de la main-d'œuvre industrielle de 1988 à 1989

	en monnaie canadienne	en monnaie américaine
Canada	6.6	10.8
États-Unis	1.3	1.3
Japon	0.9	-6.3
Allemagne	0.0	-6.6
France	-0.1	-6.6
Royaume-Uni	4.8	-3.6
Italie	7.7	2.2

Source : *News*, U.S. Bureau of Labour Statistics, le 27 juillet 1990.

L'érosion alarmante de la compétitivité industrielle du Canada entraîne déjà la perte de nombreux emplois, estimée à au moins 180 000 l'année dernière. Les fabricants désignent la valorisation régulière de la monnaie canadienne — conséquence des taux d'intérêt réels élevés imposés par la Banque du Canada — comme principale coupable. Les responsables monétaires, pour leur part, désignent les hausses salariales négociées qui continuent à dépasser les gains de productivité, alimentant ainsi l'inflation et érodant la compétitivité de nos coûts de revient. Les deux ont raison. Mais le dilemme dans lequel se trouve plongée l'industrie canadienne tient au fait que le remède du crédit cher destiné à résoudre une partie du problème (l'inflation) aggrave l'autre partie (la valorisation monétaire), accélérant ainsi la régression de la compétitivité.

Il ne fait nul doute qu'il faut freiner impitoyablement les hausses salariales et l'accumulation des déficits publics. Une politique monétaire moins draconienne deviendrait alors possible, permettant au dollar canadien de tomber à son niveau "naturel" tel que déterminé par son pouvoir d'achat relativement aux autres grandes monnaies.

---

9 *Revue trimestrielle du marché du travail et de la productivité*; Centre canadien du marché du travail et de la productivité (CCMTP); été 1990, p. 20.

Ces questions préoccupent naturellement les responsables monétaires et financiers, puisque leur bonne gestion est devenue un préalable urgent de la reprise économique canadienne. Mais c'est loin d'être une condition suffisante à plus longue échéance. En s'obnubilant sur les variables macro-économiques traditionnelles, les décideurs de la politique économique ont malheureusement détourné l'attention du défi plus fondamental. L'objectif ultime d'une plus grande prospérité passe par l'accroissement de la productivité et par l'ajout d'une plus grande valeur à ce que les Canadiens produisent, qu'il s'agisse de biens ou de services. Le thème central du présent rapport est que la croissance satisfaisante de la productivité dans les économies industrialisées modernes exige l'innovation permanente, laquelle résulte principalement de l'application de la technologie à base scientifique.

Les sources de la compétitivité

Selon la plupart des normes internationales absolues, le Canada reste l'un des pays les plus prospères du monde. Des études récentes du revenu par habitant, fondées sur des mesures internationales minutieuses de la parité des pouvoirs d'achat, font figurer le Canada au deuxième rang, dépassé seulement par les États-Unis, et largement devant le Japon et les pays d'Europe de l'Ouest. Par conséquent, l'optimisme béat des Canadiens face au défi économique mondial n'a rien d'étonnant. On pourrait tirer également un sentiment de fausse assurance des évaluations récentes de la compétitivité internationale faites par le Forum économique mondial (FEM)[10]. Dans son enquête de 1990, le Canada occupe une très respectable cinquième place au classement total, derrière le Japon, la Suisse, les États-Unis et l'Allemagne (figure 7).

Figure 7. Compétitivité d'ensemble : 1990

1990	1989	1986
1. Japon	1. Japon	1. Japon
2. Suisse	2. Suisse	2. États-Unis
3. États-Unis	3. États-Unis	3. Suisse
4. Allemagne	4. CANADA	4. Allemagne
5. CANADA	5. Allemagne	5. Danemark
6. Suède	6. Finlande	6. CANADA
7. Finlande	7. Pay-Bas	7. Suède
8. Danemark	8. Suède	8. Pay-Bas
9. Norvège	9. Norvège	9. Norvège
10. Pay-Bas	10. Australie	10. Finlande

Source : Rapport du Forum économique mondial

10 L'évaluation du FEM, dont le siège est à Genève, est une combinaison de mesures objectives associées à un sondage d'opinion auprès d'un échantillon international représentatif d'hommes d'affaires et d'experts. Elle comporte une forte composante subjective.

Le FEM établit son indice de compétitivité en combinant le rang à l'égard des dix composantes reproduites à la figure 8. Le Canada est régulièrement bien placé sur le plan de la richesse en ressources naturelles (derrière seulement la Norvège) et des ressources humaines (grâce à la jeunesse et au niveau d'instruction relatif de sa main-d'oeuvre et en dépit de la faiblesse de la formation technique). Les politiques gouvernementales récentes de privatisation et de déréglementation ont fait gagner des points au Canada. Jusqu'à récemment, à tout le moins, sa stabilité politique l'avantageait également.

Figure 8. Rang du Canada dans les facteurs de compétitivité*

	Rang 1986	Rang 1989	Rang 1990
Richesses naturelles	3	2	2
Ressources humaines	4	2	3
Dynamisme économique	7	3	5
Ingérence étatique	8	3	6
Dynamisme commercial	7	4	5
Efficacité industrielle	8	4	13
Stabilité socio-politique	7	6	8
Dynamisme financier	7	11	10
Ouverture sur l'extérieur	12	14	15
Ouverture sur l'avenir	9	15	16
Classement général	6	4	5

* Rang parmi 23 pays industrialisés.
Source: The World Competitiveness Report.

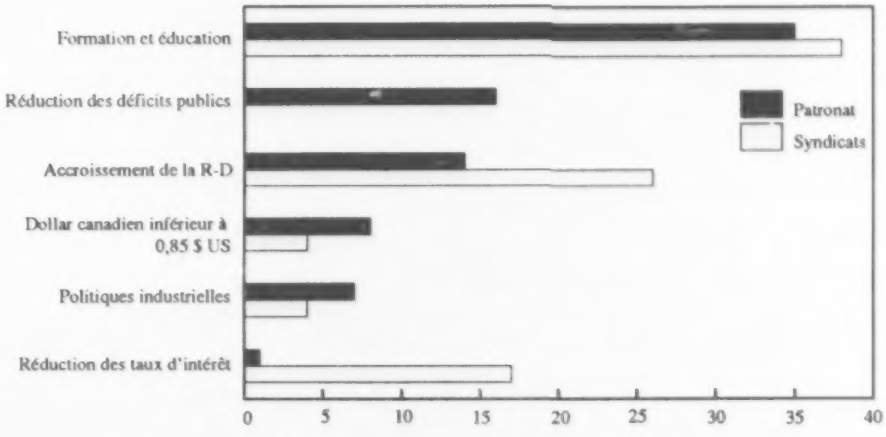
Ce classement, en dépit de quelques importants points forts qu'il souligne, ne justifie pas l'optimisme béat. Dans l'étude la plus récente, le Canada a reculé sur plusieurs composantes. Ce fléchissement traduit la grave inquiétude causée par la régression de l'efficacité industrielle (soit l'escalade du coût unitaire de la main-d'oeuvre que l'on a vu plus haut); et la poursuite de l'érosion de "l'ouverture sur l'extérieur" et de "l'ouverture sur l'avenir" que l'on reconnaît au Canada, facteurs pour lesquels nous sommes maintenant classés 15e et 16e respectivement sur 23 pays industrialisés. Ces évaluations pessimistes reflètent la concentration extrême des échanges canadiens sur les États-Unis (75 p. 100 de nos exportations sont à destination des États-Unis) et l'implantation relativement faible des industries et entreprises technologiquement avancées à fort taux de croissance. Deux éléments sont particulièrement inquiétants : le fait que les composantes de la compétitivité dans lesquelles le Canada est le moins bien placé sont précisément celles qui déterminent le plus le succès futur des économies à hauts salaires à l'ère de la mondialisation des échanges commerciaux; et le fait que notre classement à l'égard de ces facteurs se dégrade régulièrement.

Le Centre canadien du marché du travail et de la productivité (CCMTP) effectue à intervalles réguliers un sondage auprès des dirigeants patronaux et syndicaux. La figure 9 illustre les vues du Centre quant aux facteurs les plus importants de l'amélioration de la compétitivité canadienne. (Les barres représentent le pourcentage de chaque groupe qui cite un facteur particulier comme le plus important. Les pourcentages ne totalisent pas 100 du fait que certains des facteurs moins importants ont été omis de la figure.)

Le facteur le plus important, de l'avis des dirigeants tant patronaux que syndicaux, est la formation et l'éducation. La réduction des déficits publics (préoccupation exclusivement patronale) et des taux d'intérêt (souci exclusivement syndical) furent fréquemment mentionnés. Mais les deux sont finalement l'envers et l'endroit de la même médaille, c'est-à-dire que la divergence entre patronat et syndicat est plus apparente que réelle. Ce qui est peut-être surprenant, c'est que ni les chefs d'entreprise ni les responsables syndicaux ne semblent avoir grande foi dans la "politique industrielle", le scepticisme à l'égard de l'efficacité de l'intervention étatique étant apparemment quasi universel.

Après la formation et l'éducation, le facteur le plus important d'une meilleure compétitivité, et particulièrement dans l'opinion des syndicats, est l'accroissement de la recherche et développement. Les dirigeants patronaux auront peut-être accordé moins d'importance à cet élément s'ils appartiennent à des secteurs où la R-D ne joue qu'un petit rôle ou si leur entreprise est une filiale de multinationale sans mandat de recherche et développement. Sachant que les décisions en matière de R-D relèvent de la responsabilité patronale, on pouvait s'attendre à ce que les dirigeants syndicaux soient plus enclins que les chefs d'entreprise à y voir une déficience de la pratique actuelle.

Figure 9. Facteur le plus important dans l'amélioration de la compétitivité canadienne



Source : Centre canadien du marché du travail et de la productivité (CCMTP), *Position des dirigeants*, 1989

La recherche et développement en perspective[11]

L'indicateur fondamental de l'effort de R-D d'un pays est ce que l'on appelle le taux DBRD/PIB, à savoir le pourcentage de la dépense intérieure brute de recherche et développement par rapport au produit national total. Selon cet indicateur (figure 10), le Canada se place loin derrière la plupart des autres pays industrialisés, dépensant proportionnellement moins de la moitié de ce que des pays comme le Japon, la Suède et l'Allemagne consacrent à la recherche et développement. (Dans aucun de ces pays les

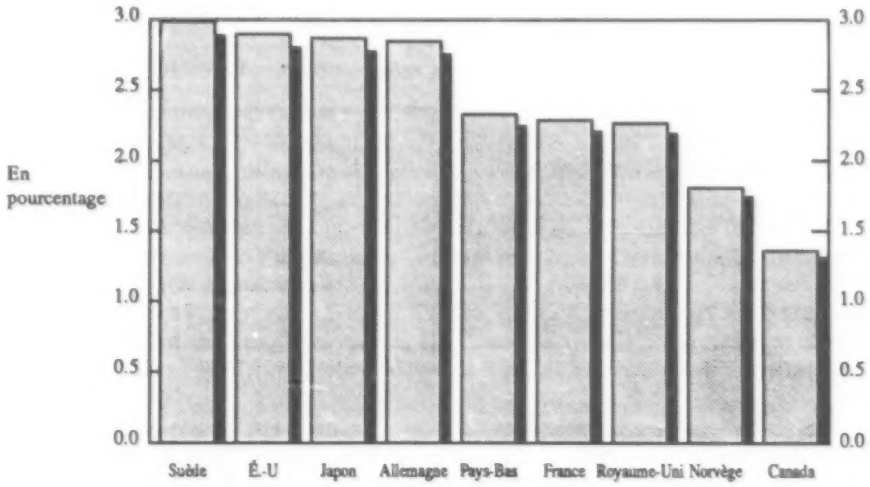
11 Étant donné que les rapports d'autres comités du CCNST traiteront des questions de formation et d'éducation, ainsi que des facteurs influençant le coût du capital, nous nous pencherons ici plus particulièrement sur l'effort de R-D canadien.

dépenses de R-D militaire n'occupent une grande place.) Les chiffres les plus récents donnés dans l'enquête de 1990 du FEM placent le taux DBRD du Canada au 17e rang des 23 pays industrialisés de l'OCDE. De plus, le Canada est en 19e place pour ce qui est des prévisions de croissance des dépenses de R-D au cours des cinq prochaines années et semble donc ainsi perdre encore du terrain.

Il importe de souligner que la dépense de R-D ne mesure que l'un des intrants du processus de production. Ce taux ne présente, au mieux, qu'une corrélation indirecte avec la compétitivité et le succès à l'exportation.[12] Ainsi qu'on l'a déjà vu dans la figure 1, le Canada importe un gros volume de R-D incorporé dans les machines et équipements avancés. De ce fait, une faible dépense de R-D ne traduit pas nécessairement un état d'arriération technologique.

Néanmoins, l'image qui se dégage de la figure 10 recoupe à tout le moins les autres indicateurs de notre retard de compétitivité — soit une croissance relativement faible de la productivité manufacturière et des déficits commerciaux persistants (c'est-à-dire des désavantages comparatifs) dans la plupart des branches évoluées de la fabrication. Même la Norvège, avec sa petite économie fortement axée sur les ressources naturelles, semble consacrer à la R-D une proportion sensiblement plus élevée de ses ressources que le Canada.

Figure 10. La R-D comme pourcentage du produit intérieur brut : comparaison internationale (1987)



Source : OCDE, *Principaux indicateurs S-T*, juin 1990.

12 Néamoins, de nombreux ouvrages établissent l'existence d'une forte corrélation entre la R-D et les gains de productivité. On estime couramment que le "rendement social" des dépenses de R-D atteint 40 p. 100 ou plus. Des études approfondies portant sur de longues durées aux États-Unis indiquent que la "technologie" a été responsable de près de 60 p. 100 des gains de productivité enregistrés entre 1929 et 1969, la main-d'œuvre et le capital contribuant environ 20 p. 100 chacun. Voir, entre autres, *Contributions of R&D to Economic Growth*, W.H. Gauvin; *Chemistry in Canada*; mai 1981, p. 14-26.

La figure 11 nous donne une image plus détaillée de la situation, indiquant le rang du Canada parmi huit pays hautement développés (selon une série d'indicateurs). À noter que le volume de recherche et développement réalisé par les pouvoirs publics au Canada se situe à peu près dans la moyenne. En revanche, le volume relatif financé par l'industrie nous met à la dernière place du classement.

Figure 11. Classement de la recherche et développement canadienne (1986)

	Classement*
R-D en pourcentage du PIB	Dernier rang
R-D/PIB financée par l'industrie	Dernier rang
R-D/PIB financée par les pouvoirs publics	Avant-dernier rang
R-D/PIB exécutée par les pouvoirs publics	Rang moyen
R-DL/PIB universitaire	Avant-dernier rang
Diplômes d'études supérieures (per capita)	Rang moyen
Scientifiques et ingénieurs (per capita)	Dernier rang
Brevets internationaux (per capita)	Dernier rang
Nombre d'industries à forte concentration technologique ayant un solde commercial positif	Dernier rang

* Canada, Japon, États-Unis, Allemagne, France, Suède, Royaume-Uni, Pays-Bas.

Source : Conseil du premier ministre (Ontario), *Competing in the New Global Economy*, 1990, p. 201.

Il est notable que le Canada n'est pas en retard en ce qui concerne le nombre de diplômes d'études supérieures par habitant. Mais la proportion de scientifiques et d'ingénieurs chez ces diplômés nous place au dernier rang, ce qui montre que les Canadiens ont tendance à bouder les carrières techniques. D'ailleurs, le pourcentage des inscriptions dans la plupart des disciplines des sciences et du génie du premier cycle des universités canadiennes est en baisse.[13] Très rares sont les dirigeants d'entreprise ou les hommes politiques à posséder une formation de scientifique ou d'ingénieur au Canada, contrairement au Japon, à l'Allemagne et même à la Suède et à l'Italie. La plupart des figures de proue du monde des affaires canadien sont des avocats, des MBA ou des professionnels du marketing.

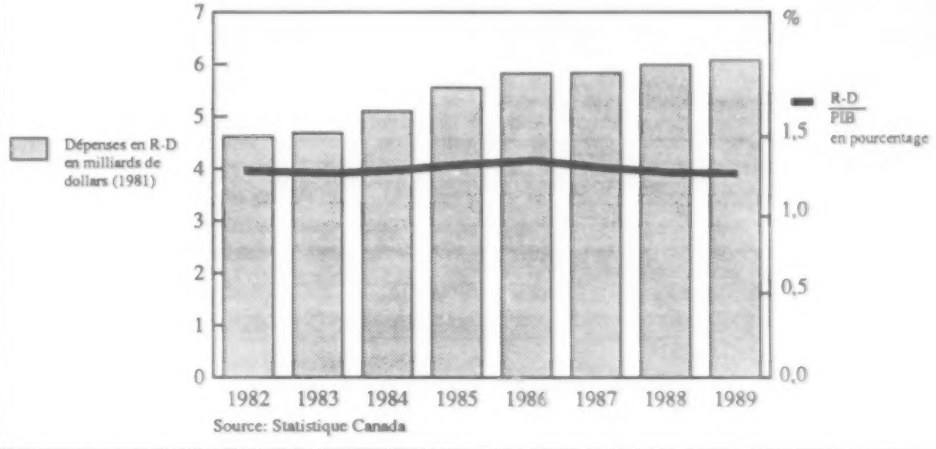
Bien que les Canadiens ne réalisent qu'environ 2 p. 100 de la R-D mondiale, ils publient près de 4 p. 100 de tous les articles scientifiques. À l'inverse, le Japon, qui assurait (vers le milieu des années 80) près de 17 p. 100 de la R-D mondiale, ne produisait qu'environ 8 p. 100 des articles scientifiques. De fait, l'Allemagne, la France et les États-Unis enregistrent tous un pourcentage plus élevé de recherche et développement que d'articles scientifiques. Il n'y a, à l'évidence, pas de corrélation étroite entre la production de textes scientifiques et l'application commerciale de la R-D.

13 Par exemple, le nombre d'étudiants inscrits en génie, mathématiques et sciences physiques dans les universités ontariennes a diminué chaque année de 1984 à 1987 en nombre absolu, de même qu'en pourcentage de la population étudiante. En outre, la proportion de candidats à l'inscription dans une université ontarienne donnant le génie, les mathématiques ou les sciences comme premier choix a régressé avec régularité, tombant de 31,3 p. 100 en 1983 à 24,1 p. 100 en 1988. (Source : *People & Skills in the New Global Economy*; Report of the Premier's Council of Ontario; 1990, p. 75).

On fait souvent remarquer que les États-Unis et la Grande-Bretagne ont perdu la course de la compétitivité face au Japon et à l'Allemagne malgré qu'ils soient à l'origine d'un grand nombre des percées scientifiques sur lesquelles reposent aujourd'hui les industries les plus avancées technologiquement (les circuits intégrés et le magnétoscope étant des exemples frappants). La clé du succès économique est la capacité des entreprises à concrétiser les innovations fondamentales sous forme de produits bon marché et fiables. Bien qu'il soit nécessaire pour un pays de posséder la capacité scientifique voulue pour comprendre les technologies de pointe et disséminer les connaissances scientifiques et techniques par le biais du système éducatif, cela n'est manifestement pas suffisant pour garantir la réussite économique. La capacité à traduire le savoir-faire scientifique et technique en produits et procédés nouveaux répondant aux besoins des clients compte encore davantage. L'un des indicateurs de réussite à cet égard est que la part japonaise des brevets déposés aux États-Unis est passée de 4 p. 100 en 1970 à 20 p. 100 en 1987, la part américaine ayant diminué en proportion. La part canadienne des brevets américains est restée inchangée dans le même temps, à un peu moins de 2 p. 100.

Nous avons vu (figure 10) que le rapport DBRD/PIB du Canada en 1987 était nettement inférieur à celui des pays industriels comparables. La figure 12 nous montre qu'il a encore régressé depuis 1986, tombant à 1,3 p. 100 en 1989. Les dépenses de R-D (en dollars constants) n'ont marqué qu'un léger progrès au cours des quatre dernières années, malgré la forte croissance de l'économie dans son ensemble. Même si le taux DBRD a ses limites en tant qu'indicateur statique de la compétitivité, on ne peut qu'être surpris et alarmé de

Figure 12. Dépenses de R-D au Canada (1982-1989)



Source: Statistique Canada

voir qu'il est en baisse au Canada, alors qu'il tend à progresser chez nos concurrents. Face au déclin à long terme des cours des matières premières et à la lenteur de la croissance de notre productivité industrielle, évoqués plus haut, la stagnation des dépenses de recherche et développement au Canada constitue une grave source d'inquiétude.

Afin d'illustrer le retard pris par le Canada, supposons que l'on veuille porter le taux DBRD à 2,25 p. 100 d'ici la fin de la décennie. En posant l'hypothèse d'une croissance du PIB nominal à un rythme annuel moyen de 7 p. 100, les dépenses de R-D devraient augmenter à un taux annuel moyen composé de 13,2 p. 100 pendant dix ans. Il est douteux

— étant donné la nature de la structure industrielle canadienne — que cette R-D supplémentaire puisse être efficacement absorbée, et ce bien que l'objectif de 2,25 p. 100 du PIB soit modeste comparé à l'effort des autres pays industrialisés.

La figure 13 donne une comparaison internationale de la répartition de la R-D entre l'industrie privée, les pouvoirs publics et les établissements universitaires (la somme de chaque ligne égale 100). La part des universités est à peu près comparable dans les six pays du tableau. Au Canada et en Australie, une proportion sensiblement plus importante est assurée par les pouvoirs publics et un pourcentage plus faible, en conséquence, par l'industrie.[14] La part de la R-D effectivement financée par l'industrie au Canada est considérablement inférieure à ce qu'indique le tableau — 42 p. 100 du total en 1986, les pouvoirs publics assurant 38 p. 100 du financement. Ces pourcentages sont restés essentiellement inchangés en 1989.

Figure 13. Ceux qui font la R-D

(Pourcentage de la dépense de R-D totale : 1986)

	Industrie	Pouvoirs publics	Universités
Canada	54	24	22
Suède	73	4	22
Allemagne	73	14	13
États-Unis	70	15	15
Japon	67	13	20
Australie	35	38	27

Source : OCDE, *Principaux indicateurs S-T*, décembre 1988.

La part de la R-D effectuée par l'industrie canadienne est restée à peu près constante depuis 1984, accusant peut-être même un léger recul (figure 14). Non seulement est-il déconcertant que le niveau relatif de la R-D industrielle soit si faible au Canada, mais il est encore plus préoccupant de constater que la tendance ne montre aucun signe de redressement.

Figure 14. R-D effectuée par l'industrie canadienne (1975-1989)

	1975	1980	1984	1985*	1986	1987	1988	1989
milliards de dollars	0.7	1.6	3.0	3.6	4.0	4.2	4.5	4.8
% du PIB	0.40	0.51	0.67	0.76	0.78	0.77	0.74	0.73

* Une meilleure comptabilisation a accru les dépenses de R-D mesurées d'environ 10 p. 100 après 1984.

Source : Statistique Canada.

14 Bien que la proportion de la R-D effectuée par les pouvoirs publics et les universités au Canada se compare favourablement aux chiffres des autres pays, il ne faut pas oublier que l'effort de R-D total en proportion du PIB n'est qu'à environ la moitié du niveau de la majorité des autre pays hautement industrialisés. Ainsi, la R-D réalisée dans les laboratoires gouvernementaux et universitaires au Canada totalise une plus faible proportion du PIB que dans la plupart des autres pays avancés.

Pourquoi le Canada fait-il si peu de R-D?

L'industrie canadienne fait peu de R-D pour deux raisons d'importance égale. D'abord, l'économie canadienne est dominée par des industries dont le rapport dépenses de R-D/ production est intrinsèquement faible. Ainsi, le problème est dû en partie à la structure industrielle du pays. Deuxièmement, les industries canadiennes productrices de biens font preuve (sauf quelques exceptions notables) d'une faible propension à la R-D, par rapport aux industries similaires d'autres pays avancés. Par conséquent, alors qu'une partie du problème est due à la structure industrielle du Canada, une part importante du fossé est attribuable à la faible "propension" à la R-D constatée dans plusieurs entreprises canadiennes, comparativement à ce que l'on observe dans des entreprises comparables à l'étranger.

L'effet de la structure industrielle ressort de la figure 15, qui divise les industries canadiennes productrices de biens en trois grandes catégories selon leur effort de R-D par rapport au chiffre d'affaires.

Dans le groupe de « haute intensité », les dépenses ont atteint en 1987 1,7 milliard de dollars, soit 14,4 p. 100 du chiffre d'affaires. Le taux chute à 3,4 p. 100 du chiffre d'affaires dans le groupe « d'intensité moyenne », alors que dans les industries de « faible intensité », c'est-à-dire le secteur manufacturier traditionnel et les producteurs de matières premières, on n'a consacré à la R-D que près de 0,6 p. 100 du chiffre d'affaires. Autrement dit, le groupe de tête compte pour près de 50 p. 100 des dépenses totales de recherche et développement, alors que son chiffre d'affaires ne représente que 4,5 p. 100 de l'échantillon. Les industries à l'autre extrémité de l'éventail, totalisaient 72 p. 100 du chiffre d'affaires, mais seulement 22 p. 100 des dépenses de R-D.

Ce tableau montre que la plupart des industries qui dominent l'économie canadienne font peu de R-D. Par exemple, l'industrie des pâtes et papiers n'y consacre qu'environ 0,3 p. 100 de son chiffre d'affaires, et le secteur énergétique 0,5 p. 100. Si l'on regarde l'évolution dans le temps, le groupe d'industries à haute intensité a considérablement accru ses dépenses de R-D relativement au chiffre d'affaires, mais cet effort ne se retrouve pas dans le groupe à faible intensité, où les dépenses ont pratiquement stagné. Dans l'intervalle, la structure industrielle canadienne a remarquablement peu changé au cours des 20 dernières années, en ce sens que la proportion de la valeur ajoutée dans les industries manufacturières à forte concentration technologique ne s'est accrue que légèrement. Selon une source,[15] la part de la valeur ajoutée dans les produits d'industries à forte concentration technologique était de 30 p. 100 en 1969 au Canada et n'a atteint que 32 p. 100 en 1985. Par comparaison, ce chiffre est passé de 40 à 60 p. 100 au Japon, de 41 à 49 p. 100 en Allemagne, de 34 à 42 p. 100 en France, de 39 à 44 p. 100 au Royaume-Uni et de 44 à 47 p. 100 aux États-Unis.

---

15 *Reassessing American Competitiveness*; monographie rédigée pour la National Planning Association (États-Unis) par Peter Morici, 1988; p. 98.

Figure 15. Effet de la structure industrielle (données 1987)

Groupes d'industries	Dépenses en R-D 1987		C.A. des compagnies faisant de la R-D	C.A. du groupe comme % du C.A. total des quatre groupes
	En % du C.A.*	Millions de $	Milliards de $	%
Haute intensité				
Avions et pièces	17.1	432	2.5	
Équipement de télécommunication	16.9	549	3.2	
Autre matériel électronique	12.0	254	2.1	
Bureaux d'ingénieurs et de scientifiques	11.9	294	2.5	
Services d'informatique	11.7	175	1.5	
		1,704	11.8	
Moyenne du groupe	14.4			4.5
Intensité moyenne				
Pièces et composants électroniques	5.9	24	0.4	
Machines de bureau	3.7	216	5.8	
Drogues et médicaments	3.5	95	2.7	
Machinerie	3.2	72	2.3	
Matériel scientifique et professionnel	2.5	36	1.4	
Autres industries de fabrication	2.3	29	1.3	
		472	13.9	
Moyenne du groupe	3.4			5.3
Faible intensité				
« Groupe supérieur »				
Autres appareils électriques	1.5	58	3.9	
Métaux semi-transformés, non ferreux	1.3	96	7.4	
Autres produits chimiques	1.2	151	12.6	
Textiles	1.1	36	3.3	
Produits métalliques	1.1	29	2.6	
Énergie électrique	1.0	170	17.0	
		540	46.8	
Moyenne du groupe	1.2			17.9
« Groupe inférieur »				
Autres industries non manufacturières	0.9	189	21.0	
Caoutchouc et plastique	0.7	16	2.3	
Mines	0.6	43	7.2	
Bois	0.6	22	3.7	
Pétrole brut et gaz naturel	0.5	26	5.2	
Produits raffinés du pétrole et du charbon	0.5	105	21.0	
Transports et autres services	0.4	111	27.8	
Produits minéraux non métalliques	0.4	13	3.3	
Pâtes et papiers	0.3	69	23.0	
Métaux ferreux semi-transformés	0.3	26	8.7	
Autre matériel de transport	0.3	93	31.0	
Aliments, boissons et tabac	0.2	70	35.0	
		783	189.2	
Moyenne du groupe	0.4			72.3
Moyenne de tous les secteurs	1.3			
		3,501	261.7	100.00

* Chiffre d'affaires

Source : Statistique Canada #88-202, tableau 15 (1987), tableau 13 (1977)

La faiblesse de la R-D canadienne s'explique donc en bonne partie par notre structure industrielle de basse technologie. Le plus inquiétant, c'est que cette caractéristique malsaine n'évolue que très lentement. Le restant de notre écart par rapport aux autres pays industrialisés tient au fait que bon nombre d'entreprises canadiennes ont une faible "propension" à la R-D : en effet, plusieurs d'entre elles consacrent un pourcentage beaucoup plus faible de leur chiffre d'affaires ou de leur valeur ajoutée à la R-D que les *mêmes* industries des autres économies avancées. Le secteur de l'automobile canadien, par exemple, n'affecte que 0,3 p. 100 de son chiffre d'affaires à la R-D. Toute proportion gardée, c'est à peine un dixième de la dépense de R-D moyenne des secteurs automobiles du reste du monde. En 1987, la dépense totale de la part des constructeurs de voitures et des fabricants de pièces automobiles au Canada s'est chiffrée à moins de 100 millions de dollars, comparativement à un effort de R-D totalisant quelque 10,5 milliards de dollars à l'échelle mondiale chez GM, Ford et Chrysler.[16] Ce seul chiffre était supérieur de 40 p. 100 à la dépense de R-D *totale* du Canada cette année-là.

Les entreprises sidérurgiques canadiennes ne consacrent qu'environ 0,5 p. 100 de leur chiffre d'affaires à la R-D, contre 3,5 p. 100 pour la sidérurgie japonaise. Cela a permis à cette dernière de dépasser le commerce de l'acier de base et de dominer plusieurs créneaux spécialisés où la capacité à satisfaire les spécifications extrêmement exigeantes des clients rapporte de copieux bénéfices.

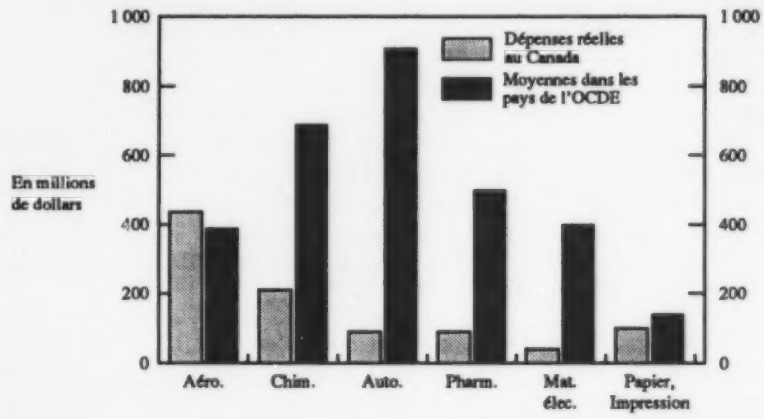
Pour prendre un dernier exemple, l'industrie pharmaceutique canadienne n'a investi en 1987 que 3,5 p. 100 de son chiffre d'affaires dans la R-D, une proportion extrêmement faible selon les normes internationales. La nouvelle législation protégeant les brevets pharmaceutiques était motivée en partie par les mesures prises par des fabricants pour accroître sensiblement le volume de leur R-D au Canada.

La très faible propension à la R-D constatée dans plusieurs industries canadiennes est illustrée de façon graphique par la figure 16, qui compare le niveau de dépense de R-D effectif d'un échantillon représentatif d'industries canadiennes avec la dépense potentielle si les entreprises canadiennes de chaque secteur affichaient un taux de R-D égal à la moyenne de l'OCDE.

---

16 Source : *Product and Process Development in the Canadian Automotive Sector;* Direction du transport routier; Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC); janvier 1990; p. 1.

Figure 16. Comparaison des dépenses en R-D (1987)



Source : Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)

Ainsi, par exemple, si l'industrie automobile canadienne (pièces et montage) avait un taux de R-D équivalent à la moyenne des pays industrialisés, son effort en 1987 aurait dû se chiffrer à environ 910 millions de dollars. En réalité, il n'a atteint que 90 millions de dollars. Des écarts tout aussi imposants se rencontrent dans l'industrie chimique, l'industrie pharmaceutique et celle du matériel électrique. Même dans le secteur du papier et de l'impression, c'est-à-dire une industrie canadienne d'envergure mondiale, la dépense de R-D relative est inférieure à la moyenne de l'OCDE. Dans le secteur aérospatial, en revanche, l'effort canadien a légèrement dépassé le niveau des autres pays industrialisés en 1987. Le Programme de productivité de l'industrie du matériel de défense d'ISTC a largement contribué à ce résultat, du point de vue financier, prouvant par là l'efficacité de l'incitation gouvernementale. Des programmes comme celui-là peuvent, par exemple, s'avérer déterminants dans l'octroi de l'exclusivité mondiale de produits à des filiales canadiennes de sociétés multinationales.

Les industries où la propension canadienne à la R-D est particulièrement faible sont souvent contrôlées, à un degré élevé, par des intérêts étrangers ou ont tendance à se spécialiser (au niveau des sous-secteurs) dans des produits à faible valeur ajoutée. Le Conseil des sciences du Canada étudie à l'heure actuelle de façon approfondie l'effort de R-D dans un certain nombre d'industries. Ce travail permettra de mieux connaître l'ampleur et les raisons du sous-investissement canadien dans la R-D.

Un certain nombre de données (figure 17) suggèrent déjà une forte corrélation entre le niveau de propriété étrangère et le degré de sous-investissement en R-D.

Figure 17. Incidence de la propriété étrangère sur les dépenses de R-D des entreprises
R-D en pourcentage du chiffre d'affaires

	Canada*		États-Unis+
	Propriété canadienne	Propriété étrangère	Toutes les entreprises
Matériel de télécommunication	17.0	15.5	11.4
Machines de bureau	12.9	2.9	12.0
Médicaments	10.7	2.6	8.3
Matériel scientifique et professionnel	11.0	0.9	10.5
Produits métalliques	1.8	0.7	1.4

* en 1987
+ en 1986
Source: Statistique Canada et le National Science Foundation (États-Unis)

Nous avons déjà vu qu'un certain nombre de grosses industries où la présence étrangère est importante — comme l'automobile, la chimie, l'appareillage électrique et les produits pharmaceutiques — font peu de recherche et développement au Canada. Les données de la figure 17, couvrant un échantillon limité de branches, indiquent que les dépenses de R-D des entreprises *à propriété canadienne* sont comparables à celles des entreprises correspondantes aux États-Unis. En revanche, la plupart des sociétés *sous contrôle étranger* font preuve, dans la plupart des cas, d'une très faible propension à faire de la R-D au Canada. L'industrie canadienne des pièces automobiles, non comprise dans le tableau, en apporte une preuve supplémentaire. Alors que les entreprises des pièces automobiles à propriété canadienne ne comptaient en 1986 que pour 17 p. 100 du volume national de la production, elles ont effectué 46 p. 100 de la R-D de l'ensemble du secteur automobile canadien, pièces et montage réunis.[17] Les chiffres de la figure 17, sans être concluants, vu la petite taille de l'échantillon, font apparaître néanmoins que le statut de filiale d'un grand nombre d'entreprises canadiennes de fabrication constitue l'un des principaux facteurs de la faiblesse de la R-D de notre économie.

Il semble que les entreprises manufacturières sous contrôle étranger établies aux États-Unis ont un comportement différent et qu'elles effectuent davantage de R-D que leurs concurrents américains. Pour certains théoriciens, cela prouve que la nationalité des propriétaires n'est *pas* un facteur dans le choix de l'emplacement de l'activité de R-D.[18] Selon ce point de vue, les sociétés transnationales recherchent partout sur le globe des milieux favorables à la R-D — avec des regroupements de spécialistes qualifiés, des activités de soutien et des régimes fiscaux favorables — sans tenir compte du pays. Ces conclusions ne sont pas nécessairement contraires aux données de la figure 17, car il se pourrait que le Canada soit simplement perçu par beaucoup de firmes étrangères comme n'étant *pas* un lieu idéal pour la R-D.

17 Direction du transport routier, ISTC, op. cit.

18 Cette thèse a été défendue par le professeur Robert Reich de Harvard dans un article remarqué intitulé : "Who is Us?"; *Harvard Business Review*, janvier – février 1990, p. 53-64. Un point de vue partiellement contraire se dégage de la recherche du professeur Michael Porter ("The Competitive Advantage of Nations"; op.cit.).

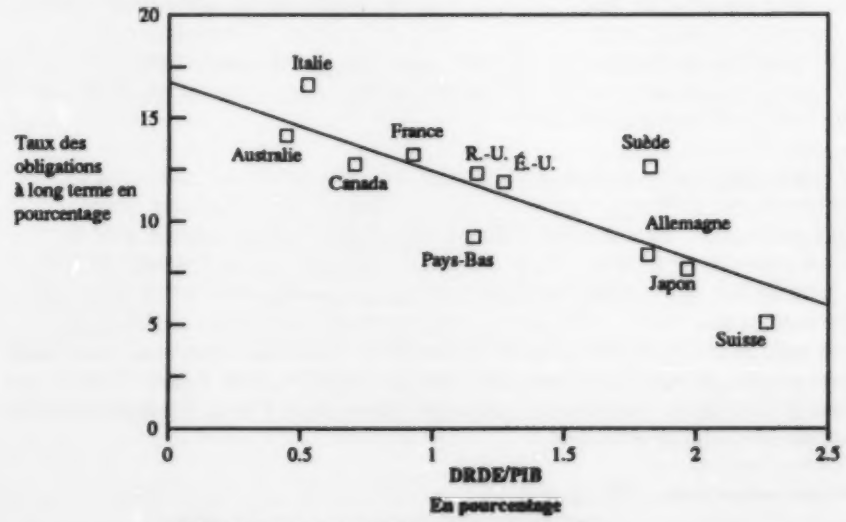
La taille du marché explique sans doute aussi en partie la différence de comportement en matière de R-D entre le Canada et les États-Unis. Lorsqu'une société étrangère établit une présence importante aux États-Unis, elle est moins susceptible d'être structurée comme une simple succursale que si elle était située dans un marché beaucoup plus petit comme le marché canadien. Ainsi, l'appartenance à des intérêts étrangers qui peut s'ajouter à la petitesse du marché pour créer une faible propension à la R-D au Canada, sans qu'il en soit de même aux États-Unis, au Japon, en Allemagne et dans d'autres économies de grande dimension et (ou) technologiquement avancées. Cet aspect du problème mériterait une étude approfondie car il importe de plus en plus que le Canada se dote de politiques pour attirer une part accrue de la R-D mondiale.

Il y a deux raisons à cela. Premièrement, l'activité de recherche et développement crée des emplois de haute qualité, et fournit du travail aux scientifiques et aux ingénieurs canadiens, les incitant à rester dans le pays et inspirant davantage de jeunes à s'engager dans les carrières techniques. Deuxièmement, sans une solide assise de R-D, de nombreuses firmes n'auront pas les compétences et la "culture d'entreprise" voulues pour innover de manière soutenue. Et même si la plus grande partie de la R-D mise en application au Canada continuera inévitablement d'être acquise — sous une forme ou sous une autre — à l'étranger, la capacité des firmes canadiennes à adopter et à adapter ces techniques et connaissances de pointe dépend de l'existence préalable d'une base nationale de R-D raisonnablement solide.

Certains indices donnent à penser que les entreprises canadiennes sous-investissent dans la R-D en raison du coût élevé du capital dans notre pays. Ainsi, vu les longs délais qui s'écoulent habituellement avant qu'un projet de R-D ne rapporte un profit, le coût élevé du capital pénalise le Canada dans la course serrée pour des crédits d'investissement. Cette question est examinée en profondeur par un autre comité du Conseil consultatif.

La figure 18 tend à confirmer l'effet négatif de taux d'intérêt élevés, faisant apparaître une corrélation inverse remarquablement étroite entre le coût du crédit et le volume relatif de la

Figure 18. *DRDE/PIB et taux obligations : moyenne entre 1980 et 1986



* DRDE : Dépenses de recherche et développement des entreprises
Source: Division de l'analyse de la politique industrielle et économique, ISTC

dépense de R-D des entreprises (DRDE). Les pays où les taux d'intérêt à long terme sont faibles possèdent également les taux DRDE les plus élevés. Mais il n'y a pas là nécessairement une relation de cause à effet. Les corrélations, en soi, ne sont pas la preuve d'un lien causal. En outre, faut-il conclure que des taux d'intérêt peu élevés stimulent l'investissement en R-D? Ou encore les pays avec la plus grande propension intrinsèque à la R-D sont-ils ceux qui réussissent le mieux sur le plan économique, bénéficiant de ce fait d'une inflation faible et stable et donc de taux d'intérêt à long terme peu élevés? Dans le cas du Canada, la structure industrielle et une forte présence étrangère dans le secteur manufacturier semblent avoir amplifié l'effet du coût du capital pour engendrer un taux DRDE inhabituellement faible.

Les ressources humaines en perspective[19]

En dernière analyse, la productivité et la compétitivité dépendent des humains — c'est-à-dire d'une main-d'oeuvre bien formée, bien gérée et bien équipée. Et elles se fondent sur un système éducatif de haute qualité.

Les pouvoirs publics, au Canada, dépensent 45 milliards de dollars par an pour l'éducation publique. Ce chiffre nous classe presque au premier rang mondial, tant en ce qui concerne le pourcentage du PIB que la dépense par élève. Mais les résultats sont préoccupants. Par exemple, 30 p. 100 des élèves quittent l'école avant la fin du secondaire. Statistique Canada signale que 38 p. 100 des adultes canadiens ne lisent pas assez bien pour se débrouiller dans la vie quotidienne. Et autant ne possèdent pas les capacités arithmétiques requises pour effectuer une séquence simple d'opérations numériques. Parallèlement, le Conseil canadien des ressources en génie prévoit que près des deux tiers des emplois qui seront créés au cours des dix prochaines années exigeront au moins 12 années de scolarité. Près de la moitié des emplois nouveaux en nécessiteront 17 ou plus.

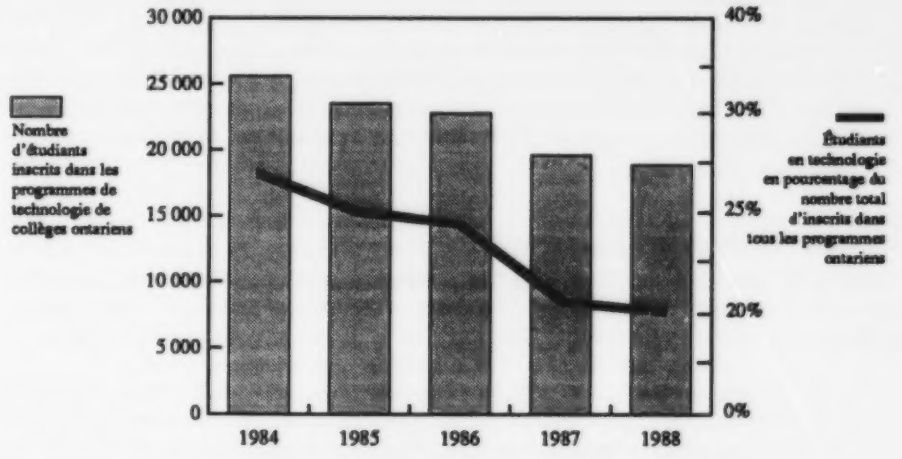
Bien que, selon toutes les données, il apparaît de plus en plus important que la population possède une forte qualification technique, la plupart des jeunes Canadiens ne s'instruisent pas en prévision des emplois du XXIe siècle. Les inscriptions universitaires en mathématiques, sciences et génie régressent en nombre absolu. Il en est de même dans les collèges techniques. Entre-temps, les industriels se plaignent d'une pénurie aiguë de personnel spécialisé. À l'évidence, il s'est produit un déraillement quelque part, puisqu'on prévoit que le Canada manquera d'au moins 10 000 ingénieurs d'ici la fin de la décennie, alors même que la relève se fait plus rare.

La figure 19 montre que la fréquentation des programmes de technologie des collèges d'arts appliqués et de technologie de l'Ontario a constamment régressé de 1984 à 1988 — avec un recul de 26 p. 100 en nombre absolu (les barres) et un déclin de 27 à 20 p. 100 du nombre total des inscrits (la courbe). Cette tendance, que l'on retrouve partout au Canada, est particulièrement alarmante car elle témoigne d'un manque d'intérêt à l'égard de l'acquisition des compétences techniques fondamentales et pratiques requises par une économie moderne.

---

19 Cette partie est abrégée puisque les questions relatives à l'éducation et à la formation sont traitées de façon détaillée dans le rapport du Comité du perfectionnement des ressources humaines du CCNST. Voir *Apprendre pour gagner : éducation, formation et prospérité nationale*, disponible auprès de la Direction générale des communications, ISTC. Les statistiques citées dans cette section sont tirées de ce rapport, sauf indication contraire.

Figure 19. Inscriptions à plein temps dans les collèges d'arts appliqués et de technologie de l'Ontario, 1984-1988



Source : Direction des affaires collégiales, ministère des Collèges et Universités, juin 1989.

Ces déficiences apparentes de notre système d'éducation nationale ne sont pas compensées par la formation en entreprise. Par exemple, le travailleur canadien moyen ne reçoit actuellement qu'environ 7 heures de formation par an, contre 200 heures pour le Japonais moyen et 170 heures pour le Suédois. Le Japon et la Suède — de même que l'Allemagne, la France, la Finlande, la Corée, etc. — forment leur population à une gamme de compétences et d'activités infiniment plus sophistiquée que ce n'est le cas du Canada.

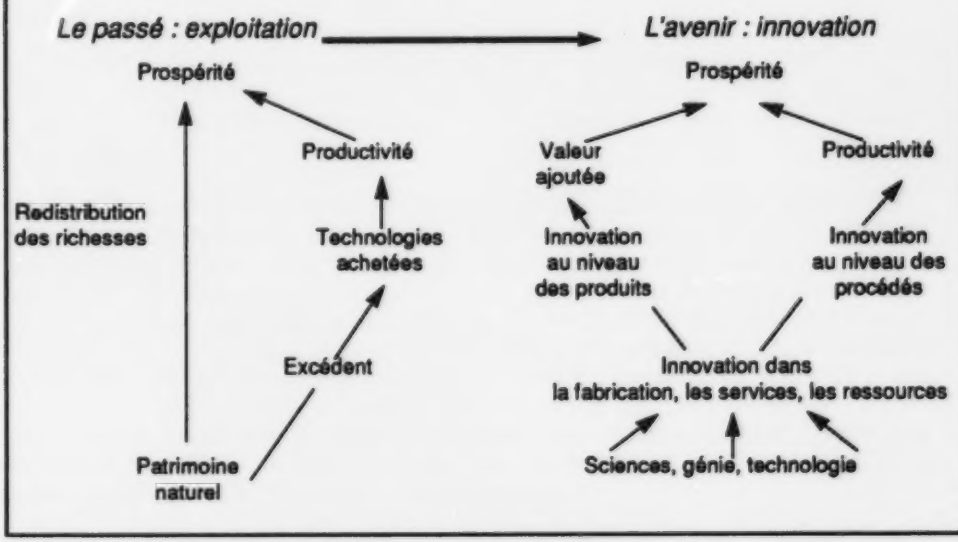
On pourrait s'imaginer que le Canada bénéficiera, comme il l'a toujours fait, d'un afflux continu d'immigrants formés à la technique. Mais cette source est déjà en train de tarir. Quarante p. 100 des titulaires de doctorat immigrants résidant actuellement au Canada sont arrivés au cours de la décennie 1967-1976. Moins de 20 p. 100 se sont établis au cours de la décennie suivante. Les trois quarts des étudiants étrangers inscrits dans les programmes doctoraux d'universités canadiennes disent avoir l'intention de quitter le pays après leurs études.

Une pénurie de personnel hautement qualifié sévit aujourd'hui partout dans le monde, même dans les pays comme l'Allemagne et le Japon. Elle ne pourra que s'aggraver avec le ralentissement de la croissance de la population active et l'apparition probable d'une demande énorme en Europe de l'Est et en Asie. Le Canada risque même d'assister à une fuite des cerveaux au profit des États-Unis qui s'efforcent d'élargir leur bassin de compétences et commencent à offrir des conditions encore plus intéressantes aux meilleurs éléments canadiens.

Conclusion

Dans l'ensemble, les données qui précèdent démontrent que l'industrie canadienne est mal placée pour "livrer concurrence aux meilleures du monde". Nous ne pouvons plus nous en remettre au fondement traditionnel de la prospérité canadienne — le surplus économique que nous confèrent nos abondantes richesses naturelles — pour satisfaire les aspirations d'une population extrêmement aisée. Tout indique que la compétitivité internationale de nombreuses firmes canadiennes s'effrite face à un environnement macro-économique national difficile et une productivité en perte de vitesse. Nous avons mis beaucoup plus de temps que nos concurrents à réaliser que la relation entre technologie à base scientifique, innovation, gains de productivité et valeur ajoutée représente la première source de croissance économique dans les sociétés hautement développées. L'objectif central à long

Figure 20. Les chemins de la prospérité nationale



terme de notre politique à cet égard devrait être de créer au Canada les conditions qui permettront à ces liens de se nouer, de se renforcer et de se multiplier. Le défi qu'il nous incombe de relever d'urgence, illustré dans le schéma ci-dessous, consiste à opérer un changement de cap fondamental, pour passer d'une économie où la source première de la prospérité était l'exploitation des ressources naturelles à une économie où la prospérité dérive principalement de l'innovation.

La compétitivité : perspective sectorielle

L'analyse ci-dessus de la compétitivité canadienne est fondée sur un examen de la situation d'ensemble de l'économie. Le Comité a complété ce tour d'horizon macro-économique par une série d'études sectorielles. Il a retenu six secteurs quelque peu arbitrairement, comme représentatifs de la gamme des biens et services canadiens échangés à l'échelle internationale. Il s'agit du secteur de l'exploitation des richesses naturelles (pâtes et papiers) des industries de fabrication implantées de longue date (produits chimiques, pièces automobiles); et de l'industrie moderne à forte concentration technologique (construction aérospatiale, lasers, logiciels et services informatiques).

Ces études avaient pour objectif de cerner, dans leurs grandes lignes, les principaux problèmes intéressant les perspectives de compétitivité des entreprises canadiennes de ces secteurs. Voici un bref résumé des six analyses.[20]

Les pâtes et papiers

Les exportations de l'industrie des pâtes et papiers se sont chiffrées en 1989 à 15,4 milliards de dollars, soit 11 p. 100 du total national des exportations. Près de 90 p. 100 des exportations de ce secteur se composaient de deux produits — le papier journal et la pâte commerciale.

Au cours des années 80, l'industrie des pâtes et papiers a connu des fluctuations de très grande amplitude de sa rentabilité et de sa performance économique globale (voir la figure 2 dans la dernière section). Pendant la première moitié des années 80, les entreprises canadiennes ont connu une période traumatisante où la faiblesse des prix et l'intensité de la concurrence ont été aggravées par les taux d'intérêt élevés sur les dettes qu'elles avaient contractées pour financer une vague d'investissements et d'acquisitions à la fin des années 70. En outre, d'importantes mutations structurelles sont intervenues sur le marché mondial des pâtes et papiers, et dans l'industrie elle-même, qui menacent la capacité des entreprises canadiennes de croître et de prospérer de façon soutenue. Étant donné le rôle prééminent des pâtes et papiers dans la balance commerciale canadienne, toute atteinte à la prospérité de cette industrie entraînerait de graves conséquences.

En dépit de ventes records de papier journal et de pâtes de 1986 à 1989, le Canada atteindra bientôt son potentiel maximal, du fait qu'il approche de la limite du rendement soutenable de ses ressources en bois résineux. Bien que la demande mondiale de pâte kraft de bois résineux continuera de progresser à un rythme modéré, la concurrence des autres pâtes — et particulièrement de la pâte kraft de bois dur et de la pâte mécanique — et celle de nouveaux fournisseurs comme le Chili devraient s'intensifier considérablement. D'autre part, les clients de l'industrie canadienne, surtout aux États-Unis, se dotent d'installations de fabrication de papier entièrement intégrées dans le but de réduire leurs coûts.

---

20 Chaque secteur comprend un large éventail d'entreprises individuelles qui connaissent différentes situations concurrentielles. On ne peut donc considérer les généralisations comme exactes. Les études originelles furent menées pour le compte du Comité par un expert-conseil indépendant. Les résumés présentés ici ont été examinés par les spécialistes sectoriels d'ISTC, mais la responsabilité des points particulièrement mis en lumière appartient au Comité.

Bien que le papier journal canadien reste très compétitif — grâce à la disponibilité de fibres de haute qualité et d'électricité à bas prix — la limitation prévue de l'approvisionnement en fibres ne permettra pas au Canada de répondre à la hausse de la demande mondiale de papier journal de façon rentable. Bien que le pays ne risque évidemment pas de manquer littéralement de bois, le fait qu'il ne puisse plus augmenter indéfiniment sa consommation de fibres de bois résineux gênera considérablement l'expansion future du secteur.

Le nombre croissant des clients américains qui exigent une certaine teneur de fibres recyclées dans le papier journal suscite particulièrement l'inquiétude. Les États projettent d'exiger que le papier soit fabriqué à 40 p. 100 de fibres recyclées. Comme la population du Canada ne peut fournir un volume suffisant de vieux journaux, il faudra importer, dans la mesure du possible, les fibres de recyclage manquantes. En toute probabilité, la génération suivante d'usines de papier journal sera implantée à proximité des grands marchés où la fibre de recyclage est abondante. L'avantage comparatif canadien sera alors de plus en plus limité à la fourniture de pâte brute.

La seule branche de l'industrie canadienne qui présente un potentiel important de croissance et d'investissement est le marché des papiers d'impression et d'écriture et autres papiers fins à plus grande valeur ajoutée, qui exigent une fibre vierge de haute qualité (p. ex. les papiers couchés surpressés et légers utilisés pour les encarts publicitaires, les magazines et les catalogues). Bien que la plupart des producteurs canadiens aient traditionnellement ignoré ce marché, il s'est développé plus rapidement au cours des 20 dernières années que tout autre débouché. La demande mondiale excède aujourd'hui 50 millions de tonnes métriques par an, soit le double du marché mondial du papier journal.

L'industrie canadienne des pâtes et papiers, à part quelques exceptions notables, s'est néanmoins concentrée sur les produits de bas de gamme. Le marché de haut de gamme a été occupé par des entreprises américaines, européennes et scandinaves. En dépit d'une vague d'investissements sans précédent dans l'industrie canadienne ces dernières années, les papiers d'impression et d'écriture continuent à représenter moins de 15 p. 100 de la capacité totale du secteur.

Deux facteurs semblent expliquer ce penchant traditionnel du secteur canadien des pâtes et papiers. Premièrement, l'abondance de bois et d'énergie bon marché a assuré pendant des décennies des profits faciles, sans qu'il soit nécessaire de se trouver vers d'autres créneaux. Deuxièmement, les fournisseurs canadiens — contrairement à leurs concurrents américains et européens — n'étaient pas constamment confrontés à une clientèle qui exigeait des papiers spéciaux. Les barrières commerciales ont également gêné les exportations canadiennes de papier de plus grande valeur. De ce fait, l'industrie canadienne ne s'est jamais mise à l'écoute du marché comme ses concurrents, se considérant plutôt comme un « producteur de masse » efficace. Il en est de même dans pratiquement tout le secteur canadien des richesses naturelles.

Aujourd'hui, devant la concurrence de nouveaux fournisseurs primaires, les défis et perspectives résultant de l'Accord de libre-échange canado-américain, les règlements sur le recyclage, de même que le coût et la complexité énormes de la protection de l'environnement, l'industrie canadienne des pâtes et papiers doit modifier sa stratégie de façon urgente et radicale en s'orientant vers des produits à plus haute valeur ajoutée, une technologie encore plus évoluée et la conquête de nouveaux débouchés.

L'industrie aura à relever un défi technologique et financier particulièrement difficile en matière d'environnement, face aux pressions croissantes du public et de la réglementation. Il est impératif d'intensifier la recherche technologique, d'accroître l'effort de reboisement, de recycler les fibres et de contrôler la pollution dégagée par les procédés de fabrication. (On manque de données scientifiques sur l'impact écologique de la production de pâtes et de papiers : par exemple, on a découvert il y a quelques années seulement que la pâte kraft blanchie au chlore produit de petites quantités de dioxines et de furans.)

Bien que la nécessité de cette réorientation soit largement admise, la capacité d'adaptation rapide de l'industrie est limitée par la pénurie de personnel qualifié et l'insuffisance des moyens financiers. Dans l'ensemble, le secteur manque de raffinement technologique et d'une solide assise de recherche et développement. La capacité d'innovation de notre plus importante industrie d'exploitation des ressources naturelles est sur le point d'être rudement mise à l'épreuve.

L'industrie chimique

En 1989, les exportations canadiennes de produits chimiques ont totalisé 6,9 milliards de dollars, un recul de 9 p. 100 par rapport à l'année précédente. De grands pans de l'industrie canadienne, où la propriété étrangère prédomine, présentent les caractéristiques de la filiale classique protégée par les barrières tarifaires. Nombre d'entreprises se trouvent gravement menacées par la perte de protection tarifaire résultant de l'Accord de libre-échange : la plupart des tarifs seront supprimés graduellement sur cinq ans. Les usines qui seront éliminées auraient probablement disparu de toute façon. L'accord semble tout au plus devoir accélérer le mouvement. Les conditions macro-économiques défavorables — et particulièrement le taux élevé du dollar canadien — représentent un danger immédiat plus grand.

Au cours des années 80, la plupart des fabricants internationaux ont entrepris de se retirer de la fabrication de produits de base de faible valeur (les composantes élémentaires et les produits intermédiaires simples) en raison du rétrécissement des marges bénéficiaires et de la surcapacité mondiale. Les fabricants canadiens de produits pétrochimiques ont perdu l'avantage d'une matière première bon marché depuis que nous nous sommes alignés sur les cours mondiaux, mais leur situation géographique reste concurrentielle — particulièrement ceux de Montréal et de Sarnia — par rapport aux grands marchés américains. Ils sont cependant exposés à la menace éventuelle de fabricants susceptibles de bénéficier de très faibles prix de revient, par exemple au Moyen-Orient et en Union soviétique.

Les pays hautement industrialisés ont réorienté leur activité vers les produits à plus forte valeur ajoutée, généralement des produits à formule complexe ou conçue sur mesure en vue d'une application particulière. Le marché mondial des produits spécialisés devrait croître de 6 à 9 p. 100 par an au cours des dix prochaines années — soit deux fois plus que celui des produits chimiques de base.

En général, l'industrie canadienne n'a pu se lancer dans les produits spécialisés faute de savoir-faire technologique. Sa capacité de R-D actuelle ne suffit pas à engendrer le flux continu de produits et de procédés innovateurs qui est nécessaire pour soutenir la concurrence sur le marché mondial des produits spécialisés. Le savoir-faire requis pour l'invention de procédés de fabrication exclusifs, la mise au point de formules spécialisées et la conception d'applications particulières dans le secteur des produits spécialisés n'existe pas sur une grande échelle au Canada. De ce fait, la plupart des compagnies à propriété

canadienne ne possèdent pas non plus le savoir-faire commercial, ni les réseaux de distribution nécessaires, pour réussir sur le marché mondial des produits chimiques spécialisés, encore que certaines filiales de sociétés étrangères y ont théoriquement accès.

La plupart des fabricants canadiens n'ont pu investir dans des installations de produits spécialisés d'envergure mondiale à cause de leurs sociétés mères, lesquelles ont généralement implanté des usines aux États-Unis pour desservir le marché nord-américain. Faute d'autonomie stratégique, l'industrie canadienne n'a pu développer les débouchés nécessaires et faire assez de R-D pour devenir compétitive sur le marché international des produits à plus forte valeur ajoutée.

La clé de la survie d'une bonne partie du secteur réside maintenant dans l'acquisition de mandats d'exclusivité pour approvisionner le marché mondial en produits à plus forte valeur ajoutée. En effet, un volume de production suffisant est indispensable pour couvrir les frais initiaux de développement et d'équipement. La percée sur les marchés d'exportation est par conséquent une condition *sine qua non*. Ainsi, si l'Accord de libre-échange a réduit les perspectives de certaines branches de l'industrie actuelle, il présente également la meilleure occasion pour l'industrie chimique canadienne de se lancer dans des productions nouvelles de haute valeur. Il s'agit de convaincre les compagnies chimiques transnationales que le Canada est un lieu propice à la fabrication de certains produits évolués jouissant d'une exclusivité commerciale nord-américaine, sinon mondiale.

Les pièces automobiles

Les exportations de pièces automobiles se sont chiffrées en 1989 à 10,8 milliards de dollars, soit pratiquement le même volume qu'en 1984. En 1989, les importations ont atteint 16,8 milliards de dollars : là encore, peu de changements au cours des six dernières années.[21] On compte environ 425 entreprises ayant pour activité principale la fabrication de pièces automobiles et 1 500 autres y participant moins directement.

Si les entreprises canadiennes de pièces automobiles veulent survivre, beaucoup devront s'adapter à des principes de conception et de production radicalement nouveaux issus de la pratique japonaise. Les entreprises japonaises font de la maîtrise du processus d'innovation le premier facteur de concurrence des années 90, comme ils l'ont fait du coût et de la qualité dans les années 80. Traditionnellement, l'industrie canadienne des pièces automobiles travaillait sur spécification et la concurrence se livrait principalement au niveau des coûts. La quasi-totalité de la R-D incorporée dans les pièces et les sous-ensembles était assurée par les constructeurs eux-mêmes. La plupart des fournisseurs de pièces, par conséquent, ne voyaient nul intérêt à faire de la R-D eux-mêmes, ni à acquérir une compétence technique avancée. Ils se contentaient de pouvoir réagir rapidement aux besoins des constructeurs en matière de modification des procédés et d'outillage.

Nombre de fabricants de pièces canadiens ont réalisé des progrès impressionnants sur le plan de la qualité et de la productivité au cours des années 80. Ils ont bénéficié à cet effet d'importants transferts technologiques de leurs sociétés mères — principalement GM, Ford et Chrysler — et ont également réussi à intégrer les dernières techniques de fabrication japonaises dans leurs ateliers.

---

21 Les chiffres sont tirés de la *Revue de la Banque du Canada* (septembre 1990). Ceux données pour 1989 par ISTC sont de 11,7 milliards de dollars pour l'exportation et de 20,5 milliards de dollars pour les importations (à l'exclusion des pneus et des chambres à air).

Mais les facteurs de compétitivité essentiels évoluent à un rythme rapide, les constructeurs nord-américains épousant le modèle de la "fabrication légère" pour la mise au point rapide des produits automobiles. Ce modèle repose sur l'exploitation des matériaux nouveaux et de l'électronique de pointe, l'amélioration continue des procédés de production et la création d'un lien étroit entre conception et fabrication. Cela a amené les constructeurs nord-américains à repenser les modalités et le lieu de plusieurs activités de R-D. Les constructeurs rapprochent les activités sous-traitées de l'usine de montage final de façon à pouvoir concevoir en parallèle le produit lui-même et son processus de fabrication. Les plus gros fabricants de pièces devront travailler en tandem avec les constructeurs sur la conception de sous-ensembles des nouveaux modèles. Les constructeurs exigeront de leurs gros fournisseurs non seulement qu'ils leur livrent des pièces, mais qu'ils possèdent aussi un savoir-faire conceptuel et technique sur le plan de la mise au point de produits nouveaux incorporant les technologies avancées.

Une grande partie de l'industrie canadienne des pièces automobiles est relativement mal équipée pour s'adapter à ces conditions nouvelles. Ses capacités sont faibles sur le plan de la R-D, de l'ingénierie et de l'innovation technologique. De nombreux fabricants canadiens auront à relever le défi d'acquérir le personnel approprié et la connaissance approfondie du processus de conception exigés par les constructeurs.

Les principaux obstacles au renforcement de la capacité technologique de l'industrie des pièces automobiles sont une pénurie aiguë d'ingénieurs et de techniciens spécialisés dans l'automobile, des structures de formation insuffisantes et la réticence des petits fournisseurs à investir dans des initiatives de développement technologique risquées sans garantie d'achat de la part des constructeurs. Si l'industrie ne relève pas ce défi à court terme, elle risque de subir une érosion continue de sa production et de ses emplois. Dans l'industrie automobile mondialisée, il n'y aura plus de place pour des fabricants de faible technologie dans des pays à hauts salaires.

L'industrie aérospatiale

En 1989, les livraisons canadiennes d'avions et de pièces ont totalisé 6 milliards de dollars, et 70 p. 100 étaient exportées.[22] Le chiffre d'affaires s'est accru au rythme annuel composé de 13 p. 100 en moyenne depuis 1983. La balance commerciale du secteur est à peu près équilibrée. L'industrie se compose d'un mélange hétérogène d'entreprises dont les défis et les perspectives sont si divers qu'il est difficile de généraliser.

La concurrence internationale dans le domaine aérospatial était axée jusqu'à présent sur des facteurs technologiques, politiques et commerciaux. Ces derniers temps, le prix devient une considération de plus en plus importante, d'où la nécessité de contrôler les coûts. La capacité technique reste évidemment une condition essentielle pour les nouveaux arrivants sur le marché et, dans certains cas, les produits peuvent être différenciés sur une base technologique. Néanmoins, dans la plupart des branches, la clé du succès consiste à s'assurer un niveau de ventes garanties suffisant pour amortir les frais fixes associés à la R-D et au lancement de nouveaux produits.

---

22 Les chiffres sont basés sur des données sectorielles réunies par ISTC. Les données figurant dans la *Revue de la Banque du Canada* chiffrent les ventes à l'exportation à un niveau un peu inférieur, soit 3,6 milliards de dollars.

Par le passé, les projets militaires servaient souvent de base technique et financière pour soutenir les activités aérospatiales civiles dans le monde. Les revenus presque exempts de risque que rapportait le travail militaire rémunéré au "prix de revient plus bénéfice" permettaient aux firmes d'entreprendre des projets civils à haut risque tout en préservant globalement un profil de risque acceptable. Si les commandes militaires continuent à soutenir une bonne part de l'industrie à l'échelle mondiale, une grande partie du travail militaire est maintenant adjugée à prix fixe et est donc devenue relativement risquée.

L'industrie aérospatiale canadienne a réussi au cours des deux dernières décennies une conversion remarquable de la production militaire vers le civil. Les commandes civiles représentent aujourd'hui 70 p. 100 du chiffre d'affaires. Sur les 20 grandes firmes canadiennes du secteur, deux seulement continuent à travailler de façon prépondérante pour la défense. Pour opérer cette reconversion, il a fallu que les fabricants canadiens deviennent compétitifs à l'échelle mondiale dans un certain nombre de créneaux importants : à preuve, le moteur Turbo Fan PT-6 de Pratt & Whitney, les hélicoptères Bell, les simulateurs CAE et nombre d'autres produits qui répondent aux exigences de prix et de qualité de la clientèle internationale. Il est vrai également que des contrats militaires importants comme l'avion de combat CF-18 et la modernisation du NORAD ont imprimé une forte impulsion au secteur.

À l'évidence, l'industrie aérospatiale canadienne a su se doter d'une forte base technologique dans un certain nombre de créneaux commerciaux. C'est un des rares secteurs où les dépenses de recherche et développement au Canada se comparent avec la moyenne des autres pays industriels (voir la figure 16). Cet effort a été facilité par le Programme de productivité de l'industrie du matériel de défense (PPIMD). L'industrie a profité également de nombreux transferts de technologie en provenance des sociétés-mères, principalement américaines. Certains fabricants canadiens jouissent d'une exclusivité de production mondiale et, dans certains cas (p. ex. la technologie des petits moteurs de Pratt & Whitney) les filiales canadiennes sont à l'origine d'un transfert de technologie en sens inverse, c'est-à-dire vers la société-mère étrangère.

Nonobstant la grave inquiétude que provoquent chez certaines entreprises la réduction des budgets militaires, l'industrie aérospatiale canadienne dans son ensemble prévoit une forte expansion du chiffre d'affaires, soit un doublement entre 1989 et 1993. (Ces prévisions globales sont maintenant révisées à la baisse vu le ralentissement économique et les pressions qui s'exercent sur la compétitivité des prix canadiens). La reconversion progressive de l'industrie canadienne vers l'activité civile a réduit la vulnérabilité de la plupart des entreprises à la compression des budgets militaires aux États-Unis et ailleurs. En outre, si la mise au point de nouveaux systèmes d'armements ralentit, la demande dans le domaine des réparations et des remises en état est susceptible d'augmenter et, dans ce domaine, maintes firmes canadiennes sont hautement concurrentielles.

Bien que l'on ait de bonnes raisons d'être optimiste quant à l'avenir du secteur aérospatial canadien dans son ensemble, l'industrie devra néanmoins surmonter quelques difficultés notables. La tendance défavorable des coûts de main-d'oeuvre unitaires décrite plus haut constitue un problème immédiat. Le Canada tend à se concentrer sur le marché des avions civils petits-courriers où il existe une forte demande mais aussi une importante sur-capacité de production à l'échelle mondiale. La rationalisation inévitable, combinée au resserrement des dépenses militaires, risque de rendre les exportateurs canadiens vulnérables. Bien qu'à peu près tous les pays découragent officiellement les subventions directes aux entreprises aérospatiales, il existe néanmoins une intense compétition internationale pour

créer et préserver des emplois dans ce secteur prestigieux à forte concentration technologique. De plus en plus, les États prennent directement des participations dans des compagnies, ce qui change radicalement la nature de la concurrence. Du côté militaire, de gros sous-traitants américains pourraient se diversifier dans le civil, avivant encore la concurrence. Dans ce cas, il est probable que les États-Unis voudront favoriser leur industrie nationale en privilégiant l'achat de systèmes ayant un plus fort contenu américain.

Outre l'incertitude engendrée par les facteurs politiques et macro-économiques, l'industrie canadienne fait face à trois grands défis technologiques. Premièrement, le secteur aérospatial connaît une mutation structurelle : les constructeurs exigent de leurs principaux fournisseurs une capacité technologique et d'innovation accrue. (Nous avons déjà noté la même tendance dans le secteur des pièces automobiles.) L'industrie canadienne est de plus en plus appelée à fournir la conception élémentaire, l'ingénierie et la R-D requis pour l'innovation continue. Les investissements sont souvent à haut risque puisqu'il n'existe généralement pas de garantie de ventes suffisantes pour amortir les coûts initiaux.

Le deuxième défi fondamental est celui de la disponibilité de personnel qualifié. Les entreprises canadiennes ont souvent embauché bon nombre de leurs employés hautement formés à l'étranger — particulièrement en Europe — mais ces sources s'amenuisent ou deviennent extrêmement coûteuses. La pénurie de main-d'oeuvre spécialisée ne pourra que s'accentuer au fur et à mesure que les exigences technologiques s'alourdiront.

Le troisième défi consistera à saisir les occasions créées par l'intérêt croissant porté à la protection de l'environnement, à l'échelle internationale. L'industrie spatiale canadienne est devenue experte en satellites de télédétection, stations terrestres et analyse des données. Cette technologie sera largement utilisée dans les décennies à venir dans le cadre des divers programmes internationaux de surveillance des changements planétaires et ce sera là une occasion pour l'industrie canadienne d'occuper un créneau important.

Dans l'ensemble, l'industrie aérospatiale canadienne est l'une des plus belles réussites du secteur manufacturier. Elle témoigne de la capacité du Canada de rivaliser avec les meilleurs du monde pour occuper des créneaux dans la fabrication à concentration technologique. Mais il est clair aussi que la préservation de sa part du marché international exigera le maintien — et peut-être le renforcement — de la politique gouvernementale de soutien, de même que la ferme volonté à tous les niveaux de former la main-d'oeuvre qualifiée nécessaire.

Les lasers

De 1980 à 1986, le volume mondial des produits à laser a doublé, passant de 400 millions de dollars à 800 millions de dollars, avec la multiplication rapide des technologies et des applications des lasers et autres produits photoniques. Le laser s'est ainsi imposé comme une technologie "stratégique" à l'échelle mondiale. Son développement rapide a été aiguillonné par un soutien gouvernemental à la R-D extrêmement généreux en Europe (particulièrement en Allemagne), au Japon et, par l'intermédiaire du budget de la Défense, aux États-Unis.

La compétitivité dans le domaine des lasers passe par la capacité à répliquer de façon continue aux nouveaux produits lancés par les concurrents. La production de grande série, le dynamisme commercial et le service après-vente gagnent en importance. Même des chefs de file solidement implantés ont estimé nécessaire de nouer des alliances stratégiques

et des accords de collaboration avec d'autres entreprises (souvent ne fabriquant pas de lasers) afin de faciliter leur percée dans de nouveaux marchés et financer leur expansion. L'arrivée récente sur le marché mondial de fabricants japonais offrant des lasers à diode transistorisée a accéléré le processus de rationalisation et de production à grande échelle.

Le seul participant canadien sérieux dans l'industrie mondiale des lasers est Lumonics Inc., le troisième fabricant de produits lasers de grande puissance au monde. La compagnie a un chiffre d'affaires annuel avoisinant les 90 millions de dollars et possède des filiales aux États-Unis, en Allemagne, au Japon et au Royaume-Uni. Elle constitue un beau cas de commercialisation de la haute technologie au Canada.

Fondée en 1970, Lumonics est le rejeton d'un programme de recherche et développement financé par le gouvernement fédéral au Centre canadien de recherches pour la défense de Valcartier, au Québec. L'histoire de la compagnie a été marquée par une suite de réussites sur le plan de la mise au point et de la fabrication de lasers. Ce succès est dû à un effort soutenu de R-D, la croissance rapide de la demande mondiale de lasers, l'aide financière et technique fournie par les gouvernements de niveau fédéral et provincial et l'importante infrastructure de R-D dans le domaine des lasers au Conseil national de recherches, à l'Université de Toronto et aux Universités McMaster et York.

Malgré ces avantages, Lumonics s'est trouvée dans une situation précaire à la fin de 1986. L'entreprise faisait encore figure de naine face à ses deux grandes rivales américaines, Spectra-Physics et Coherent Inc., toutes deux quatre fois plus grosses. Ces entreprises avaient également conclu des "associations stratégiques" avec des partenaires de grande envergure financière comme Ciba-Geigy et General Electric, afin de renforcer leur capacité de R-D, de marketing et de développement de produits face à la concurrence grandissante de gros fabricants japonais.

Lumonics, incapable de nouer des alliances sur une échelle comparable, était contrainte d'investir un minimum de 5 millions de dollars par an dans la recherche et développement rien que pour maintenir sa gamme de produits et son volume de ventes existants. Comme la mise au point de nouveaux produits exigeait des efforts de R-D supérieurs, Lumonics risquait tout chaque fois qu'elle tentait d'élaborer un produit ou un procédé nouveau. Ses rivaux pouvaient faire de gros investissements en R-D, même en période de ralentissement des ventes et de vive concurrence, grâce à l'aide de ses partenaires et du gouvernement américain. Lumonics ne pouvait plus suivre.

Après trois années déficitaires successives (1986-1988) largement attribuables à l'intense concurrence sur le marché nord-américain et aux lourdes dépenses de R-D, Lumonics finit par conclure une entente avec Sumitomo Heavy Industries du Japon. Sumitomo accepta d'acheter toutes les actions en circulation de la compagnie au prix de 83,7 millions de dollars. Avant d'approuver cette prise de contrôle, le gouvernement fédéral obtint l'engagement de Sumitomo de financer la R-D au Canada — à hauteur d'au moins 10 p. 100 du chiffre d'affaires — et de soutenir les activités de commercialisation. Lumonics est devenue le seul fabricant de lasers nord-américain à prendre pied sur le marché japonais.

Sumitomo n'avait pas d'expérience dans la fabrication de lasers, mais elle offrait à Lumonics l'élément que la compagnie n'avait pu trouver au Canada : l'accès à un important bassin de capital de risque à long terme que Sumitomo était disposée à engager sans en attendre un rendement rapide. C'était là l'ingrédient essentiel dont Lumonics avait besoin pour assurer sa survie.

Les logiciels et services informatiques

L'industrie des services informatiques et des logiciels est l'une des branches de l'économie nationale qui connaît l'expansion la plus rapide, avec un chiffre d'affaires d'environ 4,6 milliards de dollars en 1988. Il est difficile d'obtenir des données commerciales fiables dans ce domaine.

La dynamique concurrentielle a cessé de reposer ces dernières années sur la seule capacité d'innovation pour dépendre davantage de la différenciation des produits, de l'envergure de la commercialisation, de la distribution ainsi que de la recherche et développement. L'esprit d'entreprise continue pourtant de régner en maître dans ce secteur peuplé d'individus inspirés. Dès leur démarrage, les firmes nouvelles commercialisent leurs produits initiaux aussi bien sur le marché national qu'à l'étranger. Une fois qu'elles atteignent un chiffre d'affaires annuel de l'ordre de 2 millions de dollars, elles sont généralement devenues des exportateurs chevronnés de logiciels ou services dans des créneaux concurrentiels nord-américains et parfois ailleurs dans le monde.

Cette stratégie, pour réussir, exige une bonne connaissance des créneaux, une présence locale hautement visible dans les marchés importants et de solides réseaux de commercialisation, de distribution et de service après-vente. Ces derniers coûtent cher à établir et à entretenir. La plupart des vendeurs canadiens de logiciels et de services informatiques ne possèdent pas les ressources financières et la "masse critique" requises pour s'engager dans cette voie.

La difficulté est encore amplifiée par le fait que bon nombre de ces entreprises ne parviennent pas à trouver de capitaux, sous forme d'emprunts ou de prise de participation, auprès des banques ou autres institutions financières, pour financer leur R-D et leur commercialisation internationale. Les jeunes PME qui composent le secteur manquent souvent de savoir-faire financier et commercial. Dotée d'un capital limité et d'un actif constitué, le plus souvent, presque entièrement de propriété intellectuelle (que les prêteurs refusent généralement d'accepter comme nantissement), la société informatique canadienne typique est coupée du financement bancaire et des capitaux de risque traditionnels. Cela limite la croissance, mais il existe d'autres moyens de réunir les capitaux nécessaires notamment l'affacturage (la vente de créances sur la clientèle à des intermédiaires financiers spécialisés).

La difficulté à percer les marchés d'exportation est un problème sans doute plus fondamental encore que celui du financement. Certaines firmes de logiciels canadiennes y sont très bien parvenues (comme Alias, un entreprise torontoise de graphisme informatique), prouvant que ce n'est pas une tâche impossible à condition de disposer de la bonne combinaison de savoir-faire commercial et technologique.

Les perspectives de croissance du secteur sont peut-être le plus gravement menacées par le déclin alarmant du nombre de nouveaux diplômés en science informatique. On estime que le nombre d'étudiants universitaires dans ces disciplines a baissé de 30 p. 100 depuis 1983. Étant donné que l'industrie repose presque entièrement sur un capital intellectuel, cette tendance s'avérera désastreuse si elle persiste.

Conclusions

L'étude de cet échantillon restreint montre que les conditions de concurrence et les problèmes à surmonter varient largement d'une industrie à l'autre. Le problème commun le plus fondamental est peut-être la pénurie chronique de main-d'oeuvre hautement qualifiée. Cette pénurie risque de s'aggraver encore vu la régression du nombre d'étudiants dans les disciplines technologiques au Canada, combinée à l'intensification de la concurrence mondiale pour attirer des ingénieurs et autres techniciens. En dépit de la variété des difficultés que les divers secteurs industriels canadiens doivent affronter, on peut distinguer un certain nombre de catégories génériques.

Les industries plus anciennes — telles les pâtes et papiers — risquent de se trouver enfermées dans le piège de la production de base. En un certain sens, l'industrie chimique et celle des pièces automobiles appartiennent à la même catégorie dans la mesure où elles ont négligé de se doter d'une culture de l'innovation. Elles n'ont pas investi suffisamment dans la recherche et développement pour se tenir au niveau de leurs homologues des autres pays industrialisés. Ces pays ont su beaucoup mieux reconnaître la nécessité de se consacrer à des produits de plus haute valeur ajoutée, quitte à transférer les produits et procédés standards dans les pays à bas salaires. Les compagnies canadiennes implantées de longue date n'ont pas emboîté le pas. Aussi, un certain nombre d'industries importantes de cette catégorie se préparent un avenir sombre si elles ne parviennent pas à se transformer radicalement et rapidement.

Une deuxième catégorie, constituée d'une importante partie de l'industrie chimique canadienne et de nombreux fabricants de biens de consommation, comprend les entreprises qui sont restées handicapées du fait de leur propriété étrangère et de leur statut de filiale. Elles sont très peu nombreuses à bénéficier d'un mandat d'exclusivité mondiale. Elles n'ont pas acquis de compétence en matière d'innovation dans les produits et procédés, ni en commercialisation internationale. La plupart ont peu de chance de survivre à la concurrence mondiale à moins que leurs sociétés-mères ne leur confient un mandat d'exportation.

La troisième catégorie, qui comprend l'aérospatiale, les télécommunications et l'industrie nucléaire, est celle d'entreprises bien établies jouissant d'une capacité technologique avérée. La grande difficulté de ces entreprises est qu'elles dépendent de très gros contrats sur des marchés où les subventions gouvernementales et les acquisitions préférentielles sont à toutes fins utiles indispensables. Les sociétés basées dans des pays relativement petits comme le Canada ont beaucoup de mal à surmonter le favoritisme politique sur les marchés d'exportation et les montages financiers hautement compétitifs offerts par plusieurs pays industrialisés. Elles ne peuvent espérer survivre en l'absence d'un soutien gouvernementale spécifique.

La dernière catégorie est celle des industries plus récentes à forte concentration technologique, comme celles des lasers et des logiciels. Les entreprises de cette catégorie, dont la grande majorité sont à un stade de développement embryonnaire ou juvénile, possèdent habituellement une capacité technologique de niveau mondial et une excellente propension à la R-D. Invariablement, leur plus grande difficulté consiste à trouver des capitaux suffisants pour financer leur croissance à une échelle internationale. Cela s'avère particulièrement difficile au Canada, car le marché des capitaux de risque y est relativement restreint, les investisseurs institutionnels et les établissements bancaires se méfient des entreprises novices possédant peu d'avoirs tangibles et les très grandes sociétés bien établies, p. ex. les conglomérats exploitant les ressources naturelles, sont peu disposées à fournir une aide importante aux entreprises à base technologique.

Le synopsis qui précède met en lumière un dilemme canadien qui conjugue à la fois un problème et une occasion de progrès. Le Canada possède en effet un certain nombre d'entreprises de haute technologie à fort potentiel, dans des secteurs qui présentent d'excellentes perspectives d'expansion à long terme. Mais elles souffrent habituellement d'un manque d'expertise financière et commerciale. Elles ne parviennent pas non plus à trouver des capitaux suffisants pour les mener au-delà du seuil où elles pourraient devenir grosses exportatrices elles-mêmes ou fournisseurs de sociétés d'expert. Parallèlement, le Canada possède de nombreuses sociétés riches en capitaux — typiquement axées directement ou indirectement sur l'exploitation des ressources — qui possèdent en abondance des compétences financières et commerciales mais sont insuffisamment ouvertes à la technologie et n'ont de ce fait pas eu la sagesse de positionner agressivement leur gamme de production plus haut dans l'échelle de la valeur ajoutée.

Dans les autres pays industrialisés, les grandes sociétés bien établies sont plus enclines que leurs homologues canadiennes à adopter une culture de l'innovation basée sur la technologie scientifique. Cela leur permet de préserver leur vitalité commerciale tout en les prédisposant à investir dans des entreprises jeunes et techniquement précoces des secteurs en forte expansion. Elles se montrent prêtes à exploiter la complémentarité naturelle qui existe entre les firmes mûres riches en capital et les compagnies jeunes pauvres en capital; et les compétences acquises de longue date (p. ex. en financement et en marketing) par les sociétés mûres et la vigueur technologique des plus jeunes. Le défi que doit relever l'industrie canadienne consiste à exploiter cette complémentarité naturelle de manière à transformer et moderniser de façon continue notre structure industrielle.

Résumé

Le présent rapport s'est fondé sur une conception large des sciences et de la technologie, que l'on a défini comme l'ensemble des compétences et activités liées, par le biais de l'innovation, à l'accroissement de la productivité et sous-tendant de ce fait le développement économique des sociétés avancées. Il a mis en évidence l'écart grandissant entre le dynamisme technologique de l'industrie canadienne et celui des industries nationales concurrentes. L'ampleur et la gravité de cet écart doivent être largement comprises afin que les pouvoirs publics, et les Canadiens en général, entreprennent rapidement et résolument de changer de cap.

Le rapport a posé un diagnostic, encore incomplet, mais assez clair pour mettre en évidence la nécessité d'un changement de cap décisif si l'on veut inverser le phénomène d'érosion qui sape les fondements de la prospérité économique canadienne. C'est aux Canadiens individuellement, et surtout aux entreprises exposées à la concurrence mondiale, qu'il appartient au premier chef de relever ce défi. Le rôle — essentiel — des pouvoirs publics est d'instaurer les conditions les plus favorables à l'innovation et à la productivité. Mais ils doivent d'abord faire preuve de leadership et montrer la voie.

Il n'est pas facile de cerner un ensemble de mesures pratiques et efficaces susceptibles de résoudre le problème généralisé décrit dans ce rapport. Ce problème a longuement mûri et plonge de profondes racines dans notre inconscient collectif. Il est lié en bonne partie à des attitudes bien ancrées et résiste de ce fait aux remèdes politiques conventionnels. Il n'y a pas de solution rapide ou facile. En outre, il n'y a pas de consensus entre les gens d'affaires, les universitaires et les responsables politiques — ni ici, ni à l'étranger — quant à la meilleure façon de procéder. Le débat politique a été dominé par des prises de position doctrinaires, tantôt des disciples du libre marché, tantôt des partisans de l'intervention gouvernementale active. Il est à peu près certain que la vérité se trouve quelque part au milieu.

Bien que ces questions aient fait l'objet d'une masse extraordinaire d'études au fil des ans, les constatations qui s'en dégagent restent ambiguës. Très peu de généralisations survivent à la transplantation d'un pays à un autre. L'efficacité de toute combinaison de mesures est manifestement fonction du contexte historique, culturel et institutionnel dans lequel elle s'inscrit.[23] Néanmoins, il existe au moins trois grandes orientations sur lesquelles les Canadiens peuvent miser avec grande assurance.

I. Les politiques visant à mettre les sciences et la technologie au service de l'innovation et de la productivité doivent avancer sur plusieurs fronts à la fois. Les plus importantes seraient :

   — **des politiques cadres** qui favorisent l'application de la S-T, notamment des politiques réglementaires propres à encourager plutôt qu'à freiner l'innovation; des politiques encourageant l'épargne nationale afin de réduire le coût du capital; des mesures qui stimulent la concurrence et facilitent l'adaptation;

---

23 Il est néamoins indispensable de connaître les approches du problème de la compétitivité adoptées par d'autres pays. À cet égard, le cabinet d'experts-conseils SECOR Inc. a rassemblé à l'intention du Comité une grande masse de données.

— **une politique des ressources humaines** couvrant la gamme complète des besoins de formation et d'éducation et visant particulièrement à intéresser davantage de jeunes aux carrières techniques, à dispenser une formation plus poussée aux cadres et employés et à donner à tous la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux changements technologiques continus; et

— des politiques propres à promouvoir **le développement, l'acquisition et la diffusion** de la technologie et des pratiques industrielles d'avant-garde.

II. Dans le contexte actuel, les défis de S-T les plus urgents que doit relever le secteur privé, avec l'aide du gouvernement, consistent à :

— employer plus efficacement l'innovation et la technologie à base scientifique dans le but d'accroître la valeur ajoutée dans les industries primaires et dans les entreprises manufacturières bien établies;

— faire du Canada un lieu beaucoup plus propice à la R-D aux yeux des entreprises canadiennes et multinationales; et

— instaurer un climat favorable à la création, à l'expansion et à la maturation d'entreprises technologiquement avancées dans des secteurs à haut potentiel.

III. Pour optimiser l'efficacité des politiques précitées, les pouvoirs publics et l'industrie doivent se concerter de façon continue sur les meilleures façons d'appliquer la technologie à base scientifique dans des secteurs et sous-secteurs particuliers, de manière à stimuler l'innovation et la productivité.

Conclusion

Il est clair que le Canada doit changer radicalement de cap. On sait déjà dans quelle direction il faut s'orienter : les Canadiens doivent apprendre à exploiter beaucoup mieux les possibilités des sciences et de la technologie afin de stimuler de manière continue l'innovation et la productivité. Le chemin précis à emprunter est cependant moins clair : il ne sera sans doute découvert qu'à la suite d'innombrables pas, dans un processus graduel fait de tâtonnements et d'évaluations. Mais la volonté de changer de cap doit être affirmée dès aujourd'hui. **C'est pourquoi il est essentiel que le gouvernement accorde la plus haute priorité aux questions soulevées dans le présent rapport.** Ce seul geste libérerait une puissante force créatrice, qui donnerait naissance à une abondance d'idées constructives. La route sera longue, mais il faut commencer par ce premier pas.